

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Kriminální tematika v chemických edukačních experimentech

Criminal Themes in Chemistry Educational Experiments

Martina Tóthová

Vedoucí práce: PhDr. Martin Rusek, Ph.D.
Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)
Studijní obor: B BI-CH (7507R045, 7504R009)

2017

Tato bakalářská práce byla vypracována na Katedře chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v období únor 2016 – duben 2017.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Kriminální tematika v chemických edukačních experimentech vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, dne 12. 4. 2017

.....

podpis

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na kriminální tematiku a její využití v chemických činnostech pro děti. V bakalářské práci je kladen důraz na důležitost motivace k učení se přírodním vědám, která se jeví jako zásadní problém v jejich vyučování. Význam (edukačního) experimentu coby praktické činnosti propojující teorii s praxí, prostředek plného rozvoje přírodovědné gramotnosti žáků a v neposlední řadě efektivní způsob prezentace využití chemie v praxi je zdůrazněn na příkladu vytvořené aktivity.

V této práci se věnuji nejen teoretickým základům, ale i vytvoření vlastní mikrodetektivky, jež jsem připravila a zároveň zrealizovala s dětmi na letním táboře. Tato bakalářská práce může sloužit jako inspirace pro učitele. Jelikož však do programu zařazuji volně přístupné a bezpečné látky, nemusí být má práce inspirací výhradně pro školy, ale lze ji zařadit i do volnočasových aktivit.

KLÍČOVÁ SLOVA

Forenzní chemie, chemický experiment, mikrodetektivky, volnočasové aktivity.

ANNOTATION

This thesis is focused on the theme of crime scene and its use in chemical activities for children. The thesis emphasis on the importance of motivation for learning Science which appears as a major issue in its teaching. The significance of the Science (educational) experiment as a practical activity linking theory with practice means of the full development of scientific literacy among students and last but not least, effective way of presenting the application of chemistry in practice is emphasized on the example activities I have created.

I am focused on theoretical basics, alike as create my own activity focused on forensic Science, that I prepared and implemented with children at a summer camp. The thesis may also be used as an inspiration for teachers. Owing to I included freely accessible substances in the program, it may be used as an inspiration not only for schools, but it can be classified into leisure activities.

KEY WORDS:

Forensic chemistry, chemical experiment, micro detective story, leisure activities.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala hlavně vedoucímu mé práce, PhDr. Martinu Ruskovi, Ph.D., a to nejen za cenné rady a nápady při vymýšlení a tvorbě programu, ale i za trpělivost a pomoc při samotné úpravě a stylizace textu práce.

Další mé poděkování směřuje k účastníkům i organizátorům letního tábora Odyssea, kteří mi umožnili praktické ozkoušení aktivity popsané v této práci.

Ve svém poděkování bych nerada opomněla paní laborantku Janu Fiřtovou, která mi zajistila vstup do laboratoře i některé potřeby pro mé pokusy.

V neposlední řadě děkuji mým rodičům a přátelům, kteří mě ve studiu podporují.

OBSAH

1. Úvod	8
2. Motivace ve výuce chemie	10
2.1. Druhy motivace	11
2.2. Mezipředmětové vztahy	11
2.3. Volnočasové aktivity	12
2.3.1. Volný čas.....	12
2.3.2. Výchova mimo vyučování	13
2.3.3. Zážitková pedagogika	13
2.4. Experiment ve výuce	14
3. Mikrodetektivky.....	16
3.1. Atraktivita tématu	16
3.1.1. CSI efekt.....	17
3.2. Laboratoře věnující se kriminální tematice	18
3.3. Projekty s kriminální tematikou	19
4. Kriminalistika	21
4.1. Kriminalistická stopa	21
4.2. Forenzní disciplíny	22
4.2.1. Forenzní biologie.....	22
4.2.2. Forenzní medicína	22
4.2.3. Forenzní chemie	22
4.3. Metody forenzní vědy.....	23
4.3.1. Daktyloskopie.....	23
4.3.2. Trasologie.....	24
4.3.3. Balistika.....	25
4.3.4. Forenzní entomologie.....	25

4.3.5.	Forenzní genetika	25
4.3.6.	Analýza půdy.....	26
5.	Tvorba vlastní mikrodetektivky a její realizace na dětském táboře	27
5.1.	Příprava.....	27
5.1.1.	Rozvrhnutí programu	27
5.1.2.	Legislativa omezující práci s chemikáliemi	27
5.1.3.	Důkazy vedoucí k dopadení vraha	29
5.2.	Plánovaný průběh	30
5.3.	Reálný průběh.....	31
5.4.	Pokusy	35
5.4.1.	Otisky prstů	35
5.4.2.	Tajné písmo	36
5.4.3.	Otisky bot	37
5.4.4.	Výluh z půdy	38
5.4.5.	Chromatografie.....	38
5.4.6.	Zjišťování krevních stop pomocí luminolu	39
5.4.7.	Zviditelňování mosazných znaků	40
5.4.8.	Rady a tipy k provedení pokusů	40
5.5.	Zápisník s návody pokusů	41
5.6.	Reflexe dětí (dotazníkové šetření)	43
6.	Diskuze	51
7.	Závěr	53
8.	Seznam použitých informačních zdrojů	54
9.	Přílohy	61
9.1.	Fotografie.....	61
9.2.	Dotazník.....	65

1. Úvod

Chemie je všeobecně považována za obtížný předmět (Bílek, 2008; Picková, 2012; Rusek, 2013). To ovlivňuje postoje žáků k chemii, což ovlivňuje nejen samotnou výuku, ale promítá se to i do dalšího života žáků. Pohled populace na chemii není pozitivní. Někteří autoři dokonce hovoří o chemofobii (viz např. Škoda, 2003)

Z tohoto důvodu je v této práci zdůrazněn význam motivace dětí k učení se přírodovědným předmětům, konkrétně chemii a propojení forenzní chemie s kriminálním příběhem. Vyzdvížen je význam experimentu ve výuce coby neopominutelná složka výuky přírodovědných předmětů (srov. Pachmann, 1986; Pachmann & Beneš, 1993; Rusek a kol., 2016). V českých školách se totiž žáci setkávají s experimenty jen okrajově, a to hlavně zkvůli omezeným časovým možnostem. Výsledkem je, že se ve školách provádí pokusy, které jsou sice zajímavé a efektní, ale nedají se z nich vyvodit chemické zákonitosti (Škoda & Doulík, 2009). Beneš a kol. (2015) zmiňují jako důvod snižování počtu experimentů na školách kromě nedostatku času také nedostatečné množství pomůcek a chemikálií. Kladen je však důraz i na přípravu a provedení edukačních experimentů (Rusek a kol., 2016; van den Berg, 2013).

Není zapomínáno ani na teoretické základy forenzní chemie. Zaměřuji se na její odvětví, prostředky a metody. Některé metody, které následně používám ve své tvorbě, jsou tu rozebrány podrobněji.

Ve svém pojetí forenzně zaměřené aktivity pro letní tábor vycházím z podobných projektů autorů, kteří se podobným tématům věnují a vymýšlí různé detektivní příběhy, které mají za cíl děti zaujmout a zároveň je něco naučit (Bader & Rothweil, 2009; Hamilton, 2010; Maciejowska, 2009b; Palachová, 2011; Šulcová & Böhmová, 2007).

Cílem mé práce je vytvoření mikrodetektivky jakožto prostředku, pomocí nějž si děti v rámci jednotlivých vybraných pokusů forenzní chemie vyzkouší jednoduché pokusy a získají k chemii pozitivnější postoj. Zároveň je však důležité zdůraznit propojení chemie (pokusů) s reálným životem. Jelikož je forenzní chemie známá převážně z televizních kriminálních

seriálů, může často působit netransparentně a odcizeně. Volba pokusů by měla působit i na tuto skutečnost. Jako inspiraci poskytují výčet pokusů, které jsem sama použila i s radami a připomínkami, které mohou pomoci ostatním při jejich realizaci.

S ohledem na využitelnost pokusů ve volnočasové činnosti se v práci věnuji částečně i výkladu legislativy týkající se zacházení s chemickými látkami a zároveň práce s dětmi v České republice.

Součástí práce je i zpětná vazba od dětí, se kterými byla detektivka ozkoušena na dětském táboře v létě 2016. Takto získané podněty mohou být využity v další praxi.

2. Motivace ve výuce chemie

Již na konci 20. století se v mnoha zemích Evropy dospělo k závěru, že tradiční školní výuka dostatečně nepřipravuje žáky pro život (Čtrnáctová a kol., 2013). Jako výrazný problém se objevil hlavně nedostatečný zájem o přírodní vědy doložený výsledky výzkumů provedených jak v zahraničí (Awan a kol., 2011; Potvin & Hasni, 2014; Sjøberg, 2002), tak u nás (Čtrnáctová & Zajíček, 2010; Kubiátko a kol., 2012; Rusek, 2013; Veselský & Hrubíšková, 2009). Přírodovědné předměty jsou považovány za příliš obtížné a zároveň nepotřebné ke každodennímu životu.

Využití předmětu v dalším životě je přitom pro žáky jednou z motivací k učení se tomuto předmětu. Motivace je z pedagogického pohledu velmi důležitá. Původ slova motivace nalezneme v latinském slově *movitus*, které je odvozeno od slov *moveo* a *movere*, což znamená hýbat a pohybovat. Přenesený význam tohoto slova jsou tedy hybné síly v chování a jednání (Hanuš & Chytilová, 2009).

Pojem motivace patří mezi hypotetické konstrukty. Snaží se zjistit důvod lidských pohnutek a projevů (proč někdo něco dělá nebo naopak nedělá). Mezi její funkce patří dynamizující, aktivizující a usměrňující (Lokšová & Lokša, 1999).

Získaný motiv, projevující se kladným vztahem jedince k určité skutečnosti a druhu činnosti, je zájem. Zájem se projevuje soustředěním pozornosti k určitému směru (sport, hudba, přírodní vědy), realizací konkrétní činnosti, ale také neuspokojením a nelibostí, pokud je tato činnost omezována. Tentýž druh zájmu může být u různých osob vyvolán různými potřebami a tím se zvyšuje složitost jejich motivace.

Vztah k určitému objektu (věc, člověk, událost, činnost) je vyjadřován postojem člověka. Postoj je získaný motiv a zahrnuje tři složky, a to poznání objektu a názory na něj, jeho citové hodnocení (sympatie, antipatie či lásku a nenávist, případně lhostejnost), pobídku k chování nebo jednání, na základě emočního hodnocení a názoru (Čáp & Mareš, 2001).

Při motivování žáků by měly být preferovány ty metody, které upřednostňují aktivní a samostatnou činnost žáků. Různé motivační metody, které musí odpovídat věku žáků, jejich

individuálním předpokladům a psychické zralosti, mohou v mladých lidech vyvinout schopnost logicky myslet a dále rozvíjet své dovednosti (Cídllová a kol., 2012).

2.1. Druhy motivace

Motivace chování člověka může mít vnitřní a vnější zdroje. Vnitřními zdroji jsou potřeby, které tvoří motivační základ – vývojově rozeznáváme potřeby fyziologické neboli primární, v průběhu života se nám tvoří psychické neboli sekundární potřeby. Vnějšími zdroji motivace jsou popudy (Pavelková, 2002).

Vnitřně motivovaný jedinec dělá činnost ochotně, její samotné provádění jej těší a výsledek uspokojuje. Výzkumy, o které se opírají Lokšová a Lokša (1999) potvrzují, že vnitřně motivovaní žáci vykazují vyšší úspěšnost ve škole.

O vnější motivaci se hovoří jako o instrumentální, jelikož je to nástroj pro dosažení motivačních činitelů. Těmito činiteli může být odměna, vyhnutí se trestu, ale i získání zaměstnání. Pokud u žáka převládá vnější motivace, může mít negativní dopad. Kromě snížení úrovně při řešení úkolů může dojít ke snížení sebevědomí a schopnosti vyrovnat se s neúspěchem, oproti žákům s motivací vnitřní (Lokšová & Lokša, 1999).

Cídllová a kol. (2012) odkazují na výzkumy prokazující tvrzení, že ve výuce chemie (stejně jako i u dalších přírodovědných předmětů) ovlivňuje motivace žákovy poznávací procesy velmi výrazně.

Při tvorbě chemické detektivky bylo mým cílem probudit a propojit vnitřní i vnější motivace žáků. Tím, že zvolím dle mého názoru atraktivní téma, jsem se snažila děti zaujmout. Vnější motivací pro ně může být skutečnost, že je chemie využitelná i v praxi a je dobré se jí věnovat.

Pavelková (2002) tvrdí, že mezi negativní jevy snižující žakovu motivaci patří nuda a strach. Zvláště se v poslední době objevuje zvýšený nárůst nudy. Dle jejího výzkumu jsou žáci nuděni hlavně jednotvárnými hodinami a nezajímavým výkladem.

2.2. Mezipředmětové vztahy

V rámci jednotlivých předmětů jsou často žákům předávány izolované informace. Učitelé by měli prezentovat přírodopisné předměty tak, aby vedli žáky k objektivnímu a

komplexnímu poznání. K tomuto účelu mohou využít některé didaktické prostředky, jež jsou už svým zaměřením vhodné k vytváření integračních struktur.

Mezi takové prostředky patří například „Člověče, nezlob se – v chemii“, kde jsou herní políčka obsazena anorganickými oxidy (jejich vzorci). Hráči hází kostkou a do hry mohou postavit figurku ve chvíli, kdy hozené číslo odpovídá oxidačnímu číslu startovací sloučeniny (Holada & Liška, 2014). Dále je možno využít náměty her bingo, domino, kvarteto, pexeso, slovní fotbal a další (Černá, 2008). Kromě zmíněných her, lze jako didaktický prostředek využít chemické mikrodetektivky. Mikrodetektivkami rozumíme řešení detektivních příběhů na základě chemických (také biologických) znalostí. Řešení detektivek podněcuje u žáků jejich cílevědomost a zvědavost (Cídllová a kol., 2013).

2.3. Volnočasové aktivity

Některé vědecké kroužky zařazují chemii a další přírodovědné předměty do svých programů či hlavních náplní. U zájmové činnosti jsou, kromě jednotlivých vědomostí, kladeny nároky hlavně na spojování poznatků z různých oblastí (Cídllová a kol., 2013).

2.3.1. Volný čas

Pávková (2014) vymezuje volný čas jako dobu, kdy si člověk sám zvolí své činnosti, které jsou pro něj příjemné a přinášejí mu radost. Takové činnosti potom dávají možnost odpočinku, ale i osobnostnímu rozvoji. Naproti tomu je sféra povinností, což jsou činnosti, které člověk vykonává, ať jsou mu příjemné nebo ne. U dětí do této sféry spadá vyučování a veškeré povinnosti z něj vyplývající. Tyto dvě oblasti se prolínají a nelze je tedy přesně oddělit. Některé povinnosti člověk plní rád, ale zároveň přinášejí nějaký výsledek – například kutilství, pěstitelství. V těchto případech se používá označení polovolný čas. Výchova ve volném čase si přes své odlišnosti zachovává znaky výchovného procesu, jako jsou cílevědomost a záměrnost. Na druhou stranu probíhají tyto procesy ve volném čase dobrovolně a nenásilně (Pávková, 2014).

V životě je volný čas propojován s pocity svobody a volnosti. Je proto přirozené, že jedna a tatáž činnost může u jednoho jedince být zábavná a přitažlivá, pro jiného však nepříjemná zátěž (hra na klavír, sporty, vědecké kroužky). Ve velké míře závisí na motivaci. Ve výchově ve volném čase je potřeba zohlednit potřeby a zájmy dětí a tím je formovat k aktivnímu způsobu života. Volný čas je součástí lidského života a má důležitý podíl na formování

osobnosti. V současnosti volný čas představuje problém, a to nejen ve vyspělých krajinách dochází k jeho zneužívání v souvislosti se sociálně – patologickými jevy (Kratochvílová, 2010). Také Vážanský (2001) zmiňuje rozčarování při pohledu na skutečný obraz volnočasových aktivit. Jejich kvalita se ztrácí v konzumu médií, sledování televize, práce s počítačem či četbě ilustrovaných periodik. Společensky cenné aktivity nebo pohybově orientované činnosti zůstávají na okraji zájmu.

Při rozdělení výchovy či učení na formální, neformální a informální má výchova ve volném čase svými principy nejbližší k výchově neformální. Ta nese základní znaky jako systematickosti a cílevědomost, ale zároveň dbá na dobrovolnost a zajímavost činnosti. Naproti tomu se formální výchova řídí jasně stanoveným programem, který je nezbytně dodržet. Výsledky žáků jsou průběžně hodnoceny (známky, vysvědčení).

2.3.2. Výchova mimo vyučování

Ačkoliv výchova mimo vyučování se zdá být totožná s pojmem výchova volného času, existují mezi termíny určité rozdíly. Výchova mimo vyučování se totiž vztahuje k žákům základní či střední školy. Tato výchova nezahrnuje pouze dobrovolné činnosti, ale zahrnuje i jisté povinnosti, které však probíhají mimo dobu povinného vyučování. Zároveň ji zajišťuje některá instituce, která je mimo rodinu. V literatuře nalezneme také pojmy mimotřídní a mimoškolní výchova, které se objevují od změn poválečného systému školství (Knapík, 2013). Mimotřídní výchova potom zahrnuje školní aktivity, které jsou však mimo rámec školního vyučování. Mezi takové aktivity patří například výlety nebo sportovní soutěže. Mimoškolní výchovou se myslí akce, které realizují jiné instituce než právě škola. Jako příklady takových subjektů můžeme uvést střediska volného času či občanská sdružení. Jelikož je těžké tyto pojmy od sebe odlišit (příkladem může být školní družina), používá se nyní termín výchova mimo vyučování (Pávková, 2014).

2.3.3. Zážitková pedagogika

Neuman (2013) uvádí jako první český ucelený přehled zážitkové pedagogiky Vážanského a jeho dílo Volný čas a pedagogika zážitku z roku 1992. Autoři Franc a kol. (2007) zmiňují již Velkou didaktiku Jana Amose Komenského, kterou pokládají za velmi důležité dílo k založení zážitkové pedagogiky. Sám Komenský totiž ve svém díle upozorňuje na

důležitost propojení teorie s praxí, propojování jednotlivých vyučovacích předmětů a také podporu samostatného vzdělávání a řešení problému se zájmem.

Česká zážitková pedagogika navazuje svými pojmy na německou „erlebnispädagogik“, která zahrnuje snahu uvést žáky k vnitřnímu pohybu a to prostřednictvím prožitku. Prožitky, které jsou vyvolány výzvodnými situacemi, představují prostředí pro efektivní učení. Erlebnispädagogik zahrnuje další pojmy jako přírodně prožitková pedagogika, známá jako outdoorová pedagogika, pedagogika volného času, prázdninová pedagogika a sportovní pedagogika.

Prožitek

Termín prožitek je jeden z psychologických pojmů, který zahrnuje citově zabarvené vnímání aktuálního okamžiku. Prožitek je však individuální a těžko sdělitelný (Neuman, 2013).

2.4. Experiment ve výuce

Výuka chemie (stejně jako dalších přírodovědných předmětů) má tu výhodu, že její učení může probíhat na základě důkazů, které hodnotíme využitím všech smyslů člověka. Žáci tak uplatňují úvahu a dokáží tak pochopit podstatu sledovaných jevů (Beneš a kol., 2015). Edukační experiment je považován za učební úlohu, pomocí které si žáci osvojují odborné myšlení v dané oblasti (Rusek a kol., 2016). Využívání experimentu jako prostředku výuky ubývá. Zdůvodnění tohoto jevu můžeme hledat v nedostatečných časových možnostech s ohledem na Rámcový vzdělávací program (Škoda & Doulák, 2009) nebo nedostatečné množství pomůcek a chemikálií, a to z důvodu špatné informovanosti učitelů nebo omezených finančních možností (Beneš a kol., 2015).

Pro žáky jsou chemické pokusy zajímavé, ale některé jsou zvláště efektní. Může u nich docházet k nepředvídanému průběhu či jsou na první pohled nevysvětlitelné. U těchto experimentů může být pozorovatel upoután světelnými, barevnými, sluchovými, čichovými i chuťovými efekty. Do výuky ani do zájmové činnosti by pokusy neměly být zařazovány samoúčelně, ale měly by plnit určité funkce. Mezi ně patří vytváření vědeckého názoru, rozvíjení logického myšlení, experimentální ověření učiva a motivace (mohou navozovat vhodnou atmosféru). Některé zajímavé pokusy zmiňuje ve své práci Holada (1977).

Přírodovědný experiment by měl být správně rozvržen. Jeho složkami jsou motivace, teoretická příprava, praktická příprava, sledování průběhu a vyvozování závěru (Rusek a kol., 2016).

Někteří autoři (van den Berg, 2013) však odkazují na fakt, že experimenty nijak nezkvalitňují vědomosti žáků. Vina je přikládána nedostatečnému přemýšlení žáků při chemickém pokusu. Autor zdůrazňuje, že i práce v laboratoři musí být učitelem pečlivě připravena s předem stanovenými cíli, které zefektivní dopady edukačního experimentu.

Také Rusek a kol. (2016) poukazují na nesprávné vedení experimentu, který se stává jen prázdnou demonstrací pro pobavení žáků. Kladou důraz na logické vazby v jeho provádění, pozorování i hodnocení. Má-li být experiment jako jedno z východisek zlepšení kvality výuky (přírodovědných předmětů), citovaní autoři uvádějí nutnost dodržování několika zásad. Jsou jimi především transparentnost prezentovaných dějů (srov. Trna, 2012), zapojení žakovských představ (očekávání, předpokladů, hypotéz) před samotným provedením pokusu a následné pozorování s posouzením platnosti předešlých předpokladů (srov. Beneš, 1999).

Přesunutí experimentální činnosti do mimoškolních aktivit přináší jisté výhody. Dokladem je v současnosti vzrůstající počet nabídek od domů dětí či různých kroužků (Kroužky, Věda nás baví atd.).

3. Mikrodetektivky

S ohledem na motivaci se detektivní příběhy (zasazení experimentů do kriminálního prostředí) jeví jako vhodný krok. Soudě dle programu českých televizních společností je možné tento žánr považovat za jeden z nejpobulárnějších. Dochází tak k propojení denní reality žáků s edukačním obsahem.

Detektivové a další kriminalisté využívají principy chemie, o jejich konkrétních metodách se zmiňuje kapitola kriminalistika. Téma je to dosti přitažlivé a nejen proto se v poslední době dostalo i do vyučování přírodovědných předmětů.

Mikrodetektivka začíná nějakým příběhem, který je obestřen tajemstvím. Tyto záhady se poté dají rozluštit vědeckými metodami, u kterých si jejich řešitelé připadají jako detektivové.

Detektivka může být pojata čistě teoreticky, kdy se ke skupině žáků rozdají indicie, dle kterých jsou schopni dojít k závěru a rozuzlení zápletky. K vyřešení hádanky potřebují chemické znalosti, ale i komunikativní schopnosti. Příklad takové detektivky může být detektivní hádanka o zlaté medaili Maciejowska (2009b).

Další možností jejího provedení je propojení experimentálních a teoretických úkolů, které ve svém dalším díle využila Maciejowska (2009a).

Mikrodetektivky naplňují některé principy projektové výuky, jako je zapojení žáka podle jeho individuálních dovedností, získání motivace k učení, rozvíjení samostatnosti, učení se řešit problémy, dále učení se spolupráci, rozvoj komunikativních dovedností, učení se vzájemnému respektu a další (Zormanová, 2012). Jejich propojení s volnočasovou aktivitou přináší nenucené učení, kdy se dítě učí, aniž by si tuto skutečnost uvědomovalo, jelikož tráví svůj volný čas a baví se. Zároveň se u vyšetřování, hlavně zpočátku, vyskytují určité emoce, které přinášejí prožitky a tudíž lepší zapamatování si dané situace.

3.1. Atraktivita tématu

V rozhovoru s redaktorkou Trachtovou (2014) uvádí rektor VŠCHT, prof. Ing. Karel Melzoch, CSc., všeobecně známý fakt, že zájem o chemické obory není mezi studenty příliš rozšířen. Předseda Unie školských asociací Jiří Zajíček považuje za jednu z příčin nekvalitní

výuku již na základních školách. Za nejsvícelnější je považována právě situace praktického setkání s chemií v laboratoři.

Rektor VŠCHT ve zmíněném rozhovoru upozorňuje na nízkou oblíbenost tradičních chemických oborů a uznává zvýšený zájem o obory forenzní chemie. Jako zdroj tohoto zájmu jsou vnímány oblíbené televizní kriminálky, které dělají oboru reklamu.

Tyto názory jsou podloženy zkušeností obou zmiňovaných. Tytéž informace poskytují i výsledky četných výzkumů v této oblasti (Bílek, 2008; Kubiátko a kol., 2012; Rusek, 2011; 2013; Švandová & Kubiátko, 2012).

Já sama považuji vyobrazení kriminálních laboratoří za poutavé a akční, avšak je nutné si uvědomit, že v reálu probíhá vyšetřování značně rozdílně.

3.1.1. CSI efekt

Divácky oblíbené kriminální seriály vytvářejí, jak je již zmíněno, reklamu těmto oborům, což můžeme považovat za jejich kladný vliv. Ovšem existují zde i záporné stránky vysoké sledovanosti těchto pořadů. CSI efekt, je syndrom pojmenovaný podle televizních kriminálních seriálů CSI¹ (Miami, Las Vegas, New York), kdy sledování těchto seriálů ovlivňuje orgány činné v trestním řízení. U nás se o tomto fenoménu zmiňuje DNA expert, Daniel Vaněk, ve svém článku (2007), kde odkazuje na své zkušenosti. Zmiňuje zde přebírání některých špatných návyků. Příklady takových zlovyků je odebírání DNA, která nemá přímou souvislost s případem, nenošení správných ochranných pomůcek. Mimo vyšetřovatele ovlivňuje CSI efekt také soudce, kteří ztrácejí reálnou představu a očekávají neomylnost laboratorních expertů. Dalším z českých autorů, který se tématu věnuje, je Martin Fürbach, který se o syndromu rozepisuje v článku (2013). Kromě nepříznivého dopadu na soudce a policii, zmiňuje Vaňkovo vyjádření k tématu, kde divákovo nahlédnutí do kriminálních laboratoří vnímá jako návod pro pachatele. Tímto vzděláváním prostřednictvím kriminálních seriálů podle něj vzrůstá každý rok počet případů, kde se jejich pachatelé snaží stopy zahladit a tím stěžují práci vyšetřovatelů. Fürbach (2013) nás však obeznamuje i s opačným názorem profesora švýcarské univerzity Mathiase Vuille, který apeluje na to, že žádné statistiky efekt nepotvrzují.

¹ CSI = crime scene investigation (vyšetřování místa činu)

CSI efektu se věnují také v zahraničí, kde zkoumají tento fenomén a jeho působení na veřejné orgány. Studium, jak tento jev ovlivňuje vyhodnocování porotců, se zabývali Chin a Workewych (2016), kteří zdůrazňují, že zde neexistují žádné vědecky podložené důkazy, že je tento syndrom skutečným fenoménem, nicméně ani oni nemohou popřít, že i přes nedostatečnost empirických důkazů, určité dopady na společnost nese. Také další zahraniční autoři zmiňují vliv CSI syndromu na porotu. Většinou se efekt neúplného obrazu o kriminálních laboratořích a forenzních vědách projevuje tak, že porotci potřebují více a více důkazů, které jsou podle nich neomylné a dokáží vždy usvědčit jednoho pachatele (Willing, 2004).

U některých amerických soudů jsou porotci informováni o tom, že obžaloba nemusí nutně používat důkazy forenzní vědy, jelikož někdy nejsou proveditelné. Tyto instrukce se nazývají Instrukce pro anti-CSI efekt (Chin & Workewych, 2016).

Nereálnosti situací v kriminálních seriálech si uvědomují i studenti Gymnázia Jana Nerudy v Praze. Heřmanská a kol. (2014) se ve svém projektu věnovali nejen forenzní chemii, ale také zjišťovali reálnost některých situací. Pomocí pokusů a dohledávání informací tak objevili nejasnosti v příbězích o Sherlocku Holmesovi nebo v mé práci často zmiňované, sérii CSI.

I přes výsledky mnohých studií nelze jednoznačně prokázat negativní či pozitivní vliv CSI efektu. Mezi další názory autorů totiž patří argumentace, že díky odhalení technik, kterými kriminalistika disponuje, mohou být odrazeni potenciální pachatelé trestných činů (Fürbach, 2013). Čili obeznámení s takovým tématem může sloužit zároveň jako prevence.

3.2. Laboratoře věnující se kriminální tematice

Kriminální tematiku využívají v České republice i některá zábavní střediska. Pro veřejnost je forenzní chemie zařazena v programu Techmanie v Plzni. Z vyprávění dětí (viz kapitolu Reflexe dětí) vyplývá, že některé školy návštěvy podobných center využívají a děti se tak setkávají s chemií dříve, než ji mají zařazenou do školního vzdělávacího programu.

Tato centra jsou přínosem a oživují běžnou školní výuku. Přesto se objevují i opačné hlasy. Rusek a kol. (2015) analyzovali návštěvu Techmanie ze čtyř hledisek dle Trny (2012). Účastníci kriminální laboratoře v Plzni provádí reakce dokazování škrobu (z rukou oběti), měří pH půdy (z otisku boty na místě činu a hlíny z podrážky bot podezřelých), dokazování

železitých kationtů (na kabátu oběti nalezeny částčky rzi, zjišťování její přítomnosti na vzorcích z oděvů podezřelých), chromatografie (porovnávání výhružných dopisů s psacími potřebami podezřelých), důkaz kyseliny acetylsalicylové (porovnání léků nalezených u těla oběti se stěrem z úst podezřelých) a důkaz fluorescenčních látek (zkoumání fluorescenčních vlastností látek z prstů domnělých pachatelů, za pomoci UV lampy). Z chemického hlediska vznesli autoři pochybnost nad efektivitou pracovního listu, na kterém je uveden důkaz acylpyrinu, což je obchodní název, v laboratoři je následně uvedena kyselina salicylová. Správně by však měla být uvedena kyselina acetylsalicylová, což je aktivní látka. Dále nalézají nedokonalosti v hledisku technickém (v podobě špinavého nádobí). Metodické hledisko a sestavování celého příběhu je vyzdvihnuto, vytknuto je však řízení provádění pokusů lektorem, což zabraňuje samostatnému činnosti návštěvníků. Z věcně-logického hlediska nachází drobné nedokonalosti v motivačním příběhu. Celkově je kladně hodnoceno zařazení chemie do centra, avšak měly by být odstraněny nedostatky, aby byly poznatky pro žáky přínosné (Rusek a kol., 2015).

Další program zaměřený na podporu vzdělávání v oblasti přírodních věd v České republice je Kids' Lab Abrakadabra, který se nachází v prostorách Národního technického muzea v Praze. Projekt je zaměřen na chemické experimenty s návazností na Rámcový vzdělávací program ("Kid's Lab Abrakadabra") Toto, ani další Science centra u nás (Vida v Brně, IQLandia v Liberci) nenabízí motivaci v podobě kriminálních zápletek.

V zahraničí nalezneme workshopy s odhalováním zločinu například v Kalifornii, kde jej nabízí jako vhodnou zábavu při oslavě narozenin (Planet Smarty Pants, 2015).

3.3. Projekty s kriminální tematikou

Mimo laboratoří k tomu určených se vytváření mikrodetekтивek věnují i další autoři. Motivací v podobě kriminálního příběhu se zabývá celý modul v projektu CITIES, který pomáhá učitelům vést atraktivnější hodiny tím, že posunou jejich obsah do kontextu každodenního života. Do projektu je zapojeno 5 zemí Evropy. Mezi tyto země patří Německo, Velká Británie, Španělsko, Polsko a Česká republika (Gros, 2009). Jednotlivé práce obsahují nejen teoretický úvod do forenzní chemie, ale také návody pokusů, které se dají při práci využít, či přímo detektivní zápletky a pracovní listy. V České republice se tématu věnovaly hlavně autorky Šulcová, Stratilová, Böhmová (2009).

Tématu se ve své diplomové práci věnuje také Uherčíková (2013), která vypracovala projekt „Staň se detektivem“, ve kterém se žáci střední školy mohli také vžít do práce kriminalisty. Projekt byl ověřen se žáky Gymnázia Omská (2013). Reakce žáků na jeho průběh byly velice kladné. Dle jejich výpovědí tento druh projektů žáky baví. S podobnými odpověďmi se pak setkáváme i u mladších dětí v mnou ověřované detektivce (MU, 2005).

Podobný projekt nalezneme také na portálu RVP, jeho autorka Palachová (2011) v něm popisuje pátrání po učitelčině propisce. Děti tuto záhadu řeší při spaní ve škole a samy se jeví i jako podezřelí.

Chemicky laděnou detektivku nalezneme také na internetových stránkách Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity, kde je zařazena do úkolů pro zájmovou činnost pod záložkou škola hrou. Zmíněná mikrodetektivka využívá příběh o Sherlocku Holmesovi a Baskervillském psu, kterému z čelistí sršel plamen a oči mu téže svítily. Sherlock se světélkující bytosti dotkl, a když prsty odtáhl, samy mu světélkovaly. Děti následně dostanou teoretické úkoly týkající se tajemného prvku (fosforu) v příběhu (MU, 2005).

4. Kriminalistika

Kriminalistika je vědní obor, který se zabývá vyšetřováním a dokazováním trestných činů. Jedním z odvětví kriminalistiky je kriminalistická technika. Ta využívá různé vědní obory a metody k vyšetřování trestných činů (Baizová a kol., 2014).

Při vybírání pokusů a aktivit vhodných k přípravě detektivní hry jsem se opírala o základy oboru kriminalistiky a metody forenzních věd, které shrnuji na následujících stránkách.

Forenzní vědy využívají vědecké principy a metody k vyšetřování trestných činů a pomáhají ke kriminalistickému vyšetřování. Slovo forenzní může zahrnovat využití vědy k řešení právních záležitostí nebo vědeckou analýzu pro účely soudního rozhodování. White (2004) definoval forenzní vědu jako „vědu, která je využívána pro účely zákona“, což je široká definice a zahrnuje veškerá její odvětví. V německých zemích zahrnuje termín forenzní věda aspekt sociálních věd, patří do ní jazyková analýza textu, či jazykové rozpoznání (Bader & Rothweil, 2009). V poslední době je termín forenzní věda používán i pro jinou vědeckou analýzu, nehledě na to, zda se jedná o zločin, či nikoliv. Často může mít toto zkoumání význam historický. Forenzní vědec může pracovat například na identifikaci lidských ostatků, zjištění složení starobylé keramiky nebo detekce renesančních výtvarných technik (Collins, 2007).

Tyto vědy se dělí do různých oblastí, jejichž zájmy se však mísí, a proto je nelze jednoznačně oddělit. Díky prolínání těchto oborů je i jejich dělení nestejnorodé. Všeobecně najdeme v textech zažitá dělení dle různých geografických oblastí. Například ve Francii je při vyšetřování nelegální činnosti kladen důraz na technický pohled. V anglicky hovořících zemích se potom uplatňuje termín forenzní věda. U nás, díky vlivu jazyka německého, známe kriminalistiku (Drábek, 2017).

4.1. Kriminalistická stopa

Za kriminalistickou stopu jsou považovány jakékoliv změny na místě činu. Tyto změny se dají hodnotit a identifikovat. Důležité je stopy zajistit. Mezi metody zajišťování stop patří zajištění in natura, což znamená, že se stopa přenesení celá do laboratoře a až v těchto podmínkách je do ní zasaženo. Druhou možností je zajištění kopie stopy. Kopie je tvořena otiskem nebo odlitím. Odlitky se používají při plastických stopách a k odlévání se používají

různé plastické hmoty, např. sádra. Otisky se snímají až po zviditelnění daktyloskopickým práškem nebo párami a přenesení na daktyloskopickou fólii. Poslední metodou zajištění, kterou zmiňuji, je zajištění pomocí fotografie. Toto zajišťování nikdy neukáže vnitřní strukturu předmětu, pouze jeho vizuální stránku (Baizová a kol., 2014).

Pro větší přehlednost použiji dělení z hlediska kriminalistického a spíše právního pohledu, jak tuto vědu dělí např. Baizová a kol. (2014) nebo Vichlenda (2011). Z hlediska forenzních věd lze většinu těchto oborů zařadit právě do forenzní chemie, jelikož rozborů nalezených důkazů se provádí většinou chemickými analýzami (Collins, 2007).

4.2. Forenzní disciplíny

Mezi forenzní disciplíny patří forenzní biologie, medicína, chemie, ale například i forenzní inženýrství, forenzní psychologie, sexuologie a další. Zmiňuji zde několik disciplín, které úzce souvisí s forenzní chemií a které využívají chemické analýzy, aby došly k výsledkům. Tyto principy využívám v mnou vytvořené kriminálně laděné činnosti pro děti.

4.2.1. Forenzní biologie

Forenzní biologie zahrnuje oblasti týkající se zjišťováním krevních skupin, genetiky, entomologie a botaniky.

4.2.2. Forenzní medicína

Soudní lékařství nebo také forenzní medicína se týká převážně zjišťování příčin smrti na základě prováděných pitev. Tyto rozborů vychází jak z medicíny, tak z dalších přírodovědných oborů. Mezi takové patří např. fyzikální pochody těla, biomechanika poranění nebo forenzní toxikologie (Vorel jun. a kol., 1999).

4.2.3. Forenzní chemie

Forenzní chemie se věnuje zkoumání fyzikálně chemických vlastností látek, které tvoří stopu. Právě chemie tvoří největší část ve znaleckých odvětvích kriminalistiky. Mezi její cíle patří zjišťování chemického složení látek, určování jejich fyzikálních vlastností a určování shody na základě složení. Jak již bylo zmíněno, chemické zkoumání se používá i pro jiná odvětví.

Za chemické stopy se považují veškeré látky nalezené na místě činu, které by mohly mít vztah k této události. Například stopy v mikroskopickém měřítku jsou považovány za

chemické i přes to, že mohou spadat do jiných oblastí např. biologické materiály (Baizová a kol., 2014).

4.3. Metody forenzní vědy

Výčet, který níže uvádím, zdaleka neobsahuje všechny metody používané v praxi, ale zahrnuje teoretické základy metod, které jsem v mikrodetektivce sama použila nebo je lze dle mého názoru využít. K dalším metodám, které mohou být inspirací, patří také toxikologie, sérologie, metalografie (zkoumá identifikační znaky vyražené do kovových materiálů, jejich pozměňování a zakrývání), pyrotechnika, grafologie (zkoumání písma), odorologie (metoda pachové identifikace), fonoskopie (zkoumání zvuků), mechanoskopie (znaky mechanického poškození předmětů) a další.

4.3.1. Daktyloskopie

Daktyloskopie je disciplína založená na zkoumání otisků prstů. Po kontaktu bříšek prstů s pevnými předměty zůstanou na předmětech potní a tukové otisky ve tvaru papilárních linií, které jsou tvořeny výběžky škóry (papilami) (Semera, 2015). Tyto linie na povrchu prstu vytváří charakteristický obrazec. Tyto tvary popisoval již český vědec Jan Evangelista Purkyně. Ten jako první popsal devět základních vzorců pro papilární linie (Fiala, 2011).

Některé daktyloskopické stopy mohou být viditelné pouhým okem. Mezi takové patří stopy plastické, které byly obtisknuty do tvárného materiálu. Jejich zachycení se provádí fotografováním nebo odlitím. Viditelné stopy plošné mohou být barevné, kdy byly prsty zbarveny krví, či jinak barevně a dále prašné, kdy se prst dotkl zaprášeného předmětu nebo zaprášený prst čistého předmětu. Tyto stopy se snímají daktyloskopickou fólií (Porada a kol., 2005).

Metody zviditelňování latentních (neviditelných) daktyloskopických stop

a) Fyzikální:

Jsou založeny na přichytávání jemných prášků na tukových a potních pozůstatcích otisků. Druhy prášků se potom používají podle druhu materiálu, na kterém se otisk nachází, druhu a stáří stopy. Jako daktyloskopické prášky jsou používány jemně namletý hliníkový prášek (tzv. argenterát), který se používá na hladké povrchy (například sklo, lesklý nábytek nebo kliky), namletý grafit a karborafin. Ty se využívají při zviditelňování

stop, pokud má být jejich nosič nepoškozený (například bankovky). Prášky se nanáší jemným štětcem na hladké povrchy. Prášek usazený na otiscích papilárních linií se sejme daktyloskopickou fólií.

b) Chemické:

Chemické metody jsou založeny na přímé reakci použité látky s některou složkou potu. Tyto metody jsou vysoce náročné, používají se například k získání otisků z papíru. Většinou se na místě činu nepoužívají. Jejich případné použití závisí na podmínkách u konkrétních případů. Takovým způsobem reaguje např. ninhydrin nebo dusičnan stříbrný. Dusičnan stříbrný reaguje s chloridy, které se nachází v potu. Touto reakcí vznikne bílá sloučenina, nerozpustná ve vodě. Ta se za přítomnosti světla zbarví dočerna, a tak se na papíře objeví viditelné papilární linie. Ninhydrin lze použít i na velice staré stopy. Již byly zviditelněny i otisky na papíře staré až 30 let.

c) Fyzikálně- chemické:

Využívají navázání (ne přímou reakci) použité chemické látky na tukovou nebo potní část otisku prstu. Mezi takové chemické látky patří výpary jódu, která je vhodná pro vyvolání stop z papíru. Takto zvýrazněná stopa je však pouze dočasná a je třeba ji fotografovat. Podstata této metody spočívá v sublimaci jódu z pevného do plynného skupenství. Ten je přichycován na místa dotyku prstů s papírem. Dále se používají páry kyanoakrylátové. Jejich výhoda spočívá v tom, že je možné je použít na různých materiálech. Otisk zviditelněný kyanoakrylátem je bílý a stálý. Jeho zajištění se dokumentuje fotograficky nebo se zajišťuje na fólii za pomoci prášku (Rak a kol., 2008).

4.3.2. Trasologie

Trasologie se zabývá zkoumáním stop nohou, obuvi nebo dopravních prostředků. Obdobně jako u daktyloskopických stop rozeznáváme i u trasologických stop zjevné (prašné nebo barevné) a latentní. Zajišťování trasologických stop probíhá co nejrychleji, jelikož tyto stopy podléhají rychlým změnám. Zajištění probíhá fotografickou dokumentací s měřítkem, in natura (pokud se stopa nachází například na papíře nebo látce), sejmutím daktyloskopickou fólií (především prašné stopy) nebo odlitím. Odlití se provádí pomocí sádry nebo jiných plastických hmot. Dle tvaru otisku se zjišťuje, zda je stopa pánská, dámská nebo dětská.

Dále probíhá skupinová identifikace pomocí systému TRASIS², pomocí kterého se dá zjistit druh obuvi. Znaky, které vznikají opotřebením, opravami nebo ulpěním cizího předmětu na spodku obuvi se používají pro individuální identifikaci (Fryauf, 2013).

4.3.3. Balistika

Cílem kriminalistické balistiky je zkoumání objektů, které mají vztah k použití střelné zbraně při trestném činu. Je to mezivědní obor, který využívá znalosti z matematiky, fyziky, chemie, biologie a mnoha dalších oborů. Balistika se dále dělí na mnoho podoborů. Pro kriminalistickou balistiku je nejdůležitější balistika klasická, což je věda, která studuje náboje palné zbraně a také dráhu letu střely (Planka, 2008).

4.3.4. Forenzní entomologie

Forenzní entomologie se opírá o vazby mezi mrtvými a živými organismy. Mezi organismy živící se mrtvými těly patří nejen nekrofágové, ale také jejich predátoři. Vědci poté mohou určit dobu ležícího těla v závislosti na výskytu jednotlivých skupin druhů. Tyto organismy se totiž na těle nevyskytují současně, ale v různých sukcesních vlnách, které jsou závislé na délce vývoje nekrofágních organismů. Takto funguje forenzní entomologie v přirozených podmínkách. Podmínky se mění například pohřbením či mumifikací (Šuláková, 2014).

4.3.5. Forenzní genetika

V tomto oboru se setkáme hlavně s analýzou DNA, která je nositelkou genetické informace. Sled kombinací čísel a písmen, odpovídajících individuální variabilitě dědičného výskytu alel v testovaných úsecích (lokusech) molekuly DNA je označován jako tzv. genetický profil.

Genetický profil zahrnuje kombinaci písmen a čísel, které se vyskytují v lokusech (úsecích) molekuly DNA. Statisticky je zde velice malá pravděpodobnost (řádově 10^{-20}), že takový genetický materiál může patřit jiné osobě. Analýzu DNA lze provádět z jakékoliv buňky

² Uzavřený databázový systém, který je určený pro expertízu v trasologickém zkoumání.

v těle, která obsahuje jádro. U krve tedy není možné získat DNA z červených bezjaderných krvinek, ale používají se bílé krvinky.

Získané materiály je třeba porovnat s DNA podezřelých osob. V České republice funguje Národní databáze DNA Policie ČR, což je centrální databáze genetických profilů, který se uplatňuje hlavně, pokud chybí referenční vzorky – tzn. vzorky podezřelých osob (Laupy, 2002).

Proces identifikace biologického materiálu zahrnuje řadu kroků. Mezi kroky patří zajištění vzorků na místě činu a jejich transport do laboratoře, kdy na vzorek mohou působit vnější vlivy (vlhko, teplo). Dále sérologické průkazy krve, slin a spermatu, kdy se dají vyhledat na předmětech místa s lidskými tkáněmi. Následuje vzorkování v laboratoři a proces izolace DNA. Při její izolaci je potřeba rozbít buněčnou membránu a DNA očistit od bílkovin. Výsledkem tohoto kroku je koncentrovaná DNA v roztoku vody. Následuje multiplexová polymerázová řetězová reakce, kdy dojde k zmnožení vybraných úseků genomu. Takový produkt je analyzován kapilární elektroforézou a jednotlivé úseky DNA se třídí podle označení a velikosti. Data z těchto sekventátorů se musí analyzovat za pomoci speciálních programů. Konečným výstupem je profil DNA. Pokud je tento profil rozdílný od profilu nalezeného na místě činu, hledá se shoda v databázi. Chyba v takovém procesu může nést následky formou falešně negativních či pozitivních výsledků. Zejména u malých množství materiálu, kdy si nelze nechat polovinu stopy pro opakovanou analýzu nebo její ověření (Štefan & Hladík, 2012).

4.3.6. Analýza půdy

Analýza půdy se využívá v případech porovnávání půdy z místa činu s půdou nalezenou na podezřelém (jeho autě, obuvi) nebo při podezření, že trestný čin nebyl spáchán na místě nalezení oběti, porovnání půdy na oběti s půdou z místa činu. Při analýze půdy se uplatňují chemické principy, jako je pH, hustota nebo zjišťování složení směsí, v případě půdy například mineralizace. V tomto procesu se zjišťují její obecné vlastnosti, které se dají porovnat se známými vzorky. Pokud tyto vzorky neodpovídají vzorkům dotazovaným, může forenzní chemik ve spolupráci s geologem pomoci při identifikaci oblastí, které obsahují zeminu s podobnými vlastnostmi (Collins, 2007).

5. Tvorba vlastní mikrodetektivky a její realizace na dětském táboře

5.1. Příprava

Příprava je rozdělena na dvě části. Do první části je zařazen výběr použitelných pokusů a jeho následné zúžení v závislosti na vymyšleném příběhu. V této fázi jsem se tedy řídila nejen dostupností pomůcek, časovou náročností, věkem dětí, ale také jsem zohlednila legislativu vztahující se k použití chemických látek. Veškeré pokusy, které byly do programu zařazeny, jsem předem vyzkoušela v laboratoři a připravovala tak, aby je byly schopny provést i děti.

Druhá fáze přípravy probíhala až na místě konání. Zařadila bych do ní přípravu místa činu a dalších důkazů.

5.1.1. Rozvržení programu

Při rozvrhování programu jsem nejprve vybrala veškeré pokusy, které mě zaujaly a které měly blízko k forenzní chemii. Dále jsem protřídila ty, jejichž provedení nesplňovalo podmínky dané zákonem ("Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů", 2000) nebo jejichž zařazení neodpovídalo podmínkám dětského tábora.

Při vymýšlení příběhu záleží na fantazii každého. V případě detektivek to může být zločin, ale nemusí se vždy nutně jednat o vraždu. Může to být zdánlivě banální věc, například krádež propisky, se kterou se píší jedničky (Palachová, 2011), ale také vražda člověka, která byla použita jako motiv v této práci.

Po vybrání pokusů a vymýšlení zápletky jsem se soustředila na stopy a podezřelé. Pro jednodušší orientaci jsem vypracovala klíč, který ukazuje pozitivní a negativní důkazy u jednotlivých podezřelých (tabulka 1).

5.1.2. Legislativa omezující práci s chemikáliemi

Při chemických aktivitách je nutné používat chemické látky. Existují však zákony, které používání takových látek a směsí dosti omezují. Pro pochopení, s jakými látkami lze pracovat, je důležité znát jejich klasifikaci. Pro učitele a další osoby pracující s dětmi může být zdroj informací o vlastnostech látek Seznam harmonizovaných klasifikací, jež je

přílohou Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES č. 1907/2006, které je upraveno Nařízením Komise (ES) č. 790/2009 ze dne 10. srpna 2009. A jak tedy vypadá klasifikace nebezpečných chemických látek? Podle nařízení CLP (Classification, Labelling and Packaging) jsou známy tři třídy nebezpečnosti, a to: fyzikální nebezpečnost, nebezpečnost pro zdraví a nebezpečnost pro životní prostředí. Třídy se dělí do různých kategorií. Pravidla pro jejich klasifikaci jsou uvedena v příloze I tohoto nařízení. Mezi další právní předpisy, které zasahují do práce s chemikáliemi, patří v minulém roce dosti diskutovaný Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů č. 258/2000 Sb., kdy od 1. 12. 2015 vzešla v platnost novela tohoto zákona, která kvůli vypuštění původního odstavce 6 v zákoně rušila možnost mladistvým žákům, tedy všem mladším osmnácti let, pracovat s některými chemikáliemi (již například s 15% kyselinou sírovou nebo 2% hydroxidem sodným, jakožto žíravými látkami) ve školách (Dušek, 2015). Na studenty se dle školského zákona nahlíží jako na pracovníky, tudíž se jich týká vyhláška č. 180/2015 Sb. O zakázaných pracích a pracovištích. V této vyhlášce je upraveno, s jakými chemickými látkami pracovníci nesmí pracovat. Od 29. 1. 2016 však platí aktuální novela č. 32/2016 Sb., která mění nařízení vlády o podmínkách ochrany zdraví. Tato novela zajišťuje, že v případě přípravy na povolání lze pod dohledem odpovědné osoby – tou je např. učitel chemie (kdo přesně je odpovědná osoba udává zákon 258/2000 Sb.). Ze zákona o ochraně veřejného zdraví však vyplývá, že nikdo nesmí obstarat nebezpečné chemické látky a toxické chemické směsi nebo žíravé chemické směsi osobám mladším osmnácti let. Proto pokud takové pokusy provádíme s dětmi, které tím nepřipravujeme na jejich povolání, nesmíme jim pro tyto účely poskytnout žíravé ani toxické látky. Přes tato omezení jsem se pokusila do táborového programu zařadit mikrodetektivku, která lze provést i s volně dostupnými látkami. Pro další inspiraci, například pro použití ve školách, přikládám další pokusy, které by se daly provést v příhodných podmínkách.

Důležitým kritériem pro zařazení látky mezi nebezpečné je koncentrace. U některých látek, které jsou často ve formě roztoku, jsou limitní koncentrace uvedeny v Seznamu harmonizovaných klasifikací a označení nebezpečných látek. Jak vyplývá ze *Zákona o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)* 350/2011 Sb., při klasifikování nepřihlížíme k nebezpečným látkám, jejichž koncentrace je

nižší než je minimální koncentrace uvedená v příloze I tohoto zákona můžeme se podívat na příklad, jakým jsou žiraviny. Pokud je minimální koncentrace nižší než minimální koncentrace ze zákona (v tomto případě $w = 1\%$), nepovažuje se daná látka za žiravinu. Pro je možné například AgNO_3 používat ve škole. 0,9% roztok AgNO_3 přitom stačí k provedení většiny pokusů.

V názvu seznamu přílohy VI CLP (Classification, Labelling and Packaging) se objevuje důležité slovo některých (Harmonizované klasifikace a označení některých nebezpečných látek). Proto pokud látka není v seznamu, nemusí to nutně znamenat, že není nebezpečná. Většina látek, se kterými se žáci setkají například ve školách, je však v seznamu zahrnuta (Dušek, 2015).

5.1.3. Důkazy vedoucí k dopadení vraha

Stopa 1 – obálka:

Mrtvý má u sebe rozbalenou obálku, která obsahuje prázdný³ list papíru.

Stopa 2 – trezor a jeho obsah:

Složka s nápisem TAM, která obsahuje informace o dané organizaci a jména čtyř podezřelých osob, spolu s jejich prohřešky. Zároveň obsahuje návody na jednotlivé pokusy sepsané v detektivově diáři a výhružné vzkazy, které byly napsány hnědou fixou. Při psaní těchto vzkazů je třeba dbát na to, aby děti chromatografií dokázaly provést za použití těchto vzkazů (viz rady a tipy). Pro dobarvení atmosféry jsou v něm zahrnuty novinové ústřižky.

Stopa 3- nůž:

Nůž s krví⁴ a otisky prstů⁵.

Stopa 5 – skleněná láhev:

Láhev je potřísněná krví a jsou na ní otisky prstů.

Stopa 6 – otisk stopy:

³ Obsahuje tajný vzkaz s heslem k trezoru, psaný škrobem

⁴ Falešná krev

⁵ Otisky prstů nepatří pachateli

V půdě⁶ na místě činu je obtisknuta stopa obuvi.

5.2. Plánovaný průběh

Na území letního tábora byla nalezena mrtvola. K tomuto místu jsou přivolány děti. Obětí je jeden z vedoucích tohoto tábora – známý detektiv. Děti, jakožto agenti po výcviku (tato informace vychází z dřívějšího průběhu letního tábora), jsou pověřeny možnou vraždu objasnit. Místo činu je potřeba nafotografovat a zajistit, aby se k němu nikdo nedostal a nemohl tak poničit důkazy. Na následující postup by měly děti přijít samy. Díky tomu, že se v průběhu tábora již setkaly s neviditelným písmem, počítám, že tajné písmo odhalí samy a dosti rychle. Tajný text obsahuje číslo a heslo. Tyto dvě indicie děti zavedou do pokoje oběti, kde je ukrytý trezor. Na něm je zámek, jehož heslo je shodné s heslem psaným neviditelným inkoustem. Uvnitř leží detektivův diář, kde jsou zapsány pokusy, které se dají využít při vyšetřování. Podle těchto návodů jsou děti schopny zajistit další důkazy. Popis jednotlivých pokusů se nachází v kapitole 5.4.

Z trezoru dále získají složku s informacemi o podezřelých osobách. Počet podezřelých jsem stanovila na čtyři osoby, úměrně počtu dětí a používaných pokusů.

Zajišťování všech důkazů budou děti provádět společně pomocí návodů ze zápisníku. Následně děti rozdělím do čtyř vyšetřovacích skupin. Každá skupina zajišťuje důkazy od jednoho podezřelého. Díky tomu, že si pokusy již vyzkoušely společně, skupiny pracují samostatně, případně jsou jim nadále k dispozici návody ze zápisníku. Zapisování a vyhodnocování důkazů je čistě na dětech. Nebudou mít předepsané žádné tabulky, pouze svoje zápisníky a sešity.

Zjišťování přítomnosti krve budeme provádět společně. Na tento pokus je potřeba temná místnost. Pomocí luminolu odhalíme pravou krev a zjistíme, které otisky prstů jsou pro případ relevantní.

Na konci celého vyšetřování by měly skupiny společně odhalit, kdo z podezřelých je skutečným vrahem. Rozuzlení toho, zda byly výsledky pokusů shodné s důkazy na místě činu či v trezoru ukazuje tabulka 1. Každé skupině vyšel alespoň jeden výsledek shodný s nalezeným důkazem.

⁶ Jejíž pH je pozměněno tak, aby odpovídalo pH půdy na obuvi pachatele

Tabulka 1 Klíč k vyřešení případu

Podezřelý	Otisk prstu (lahev)	Otisk prstu (nůž)	Fix	Otisk boty	Výška postavy	Výluh z půdy
1	NE	ANO	NE	NE	150cm	ANO
2	ANO	NE	ANO	ANO	165cm	ANO
3	NE	NE	ANO	NE	180cm	NE
4	NE	NE	ANO	NE	165cm	NE

5.3. Reálný průběh

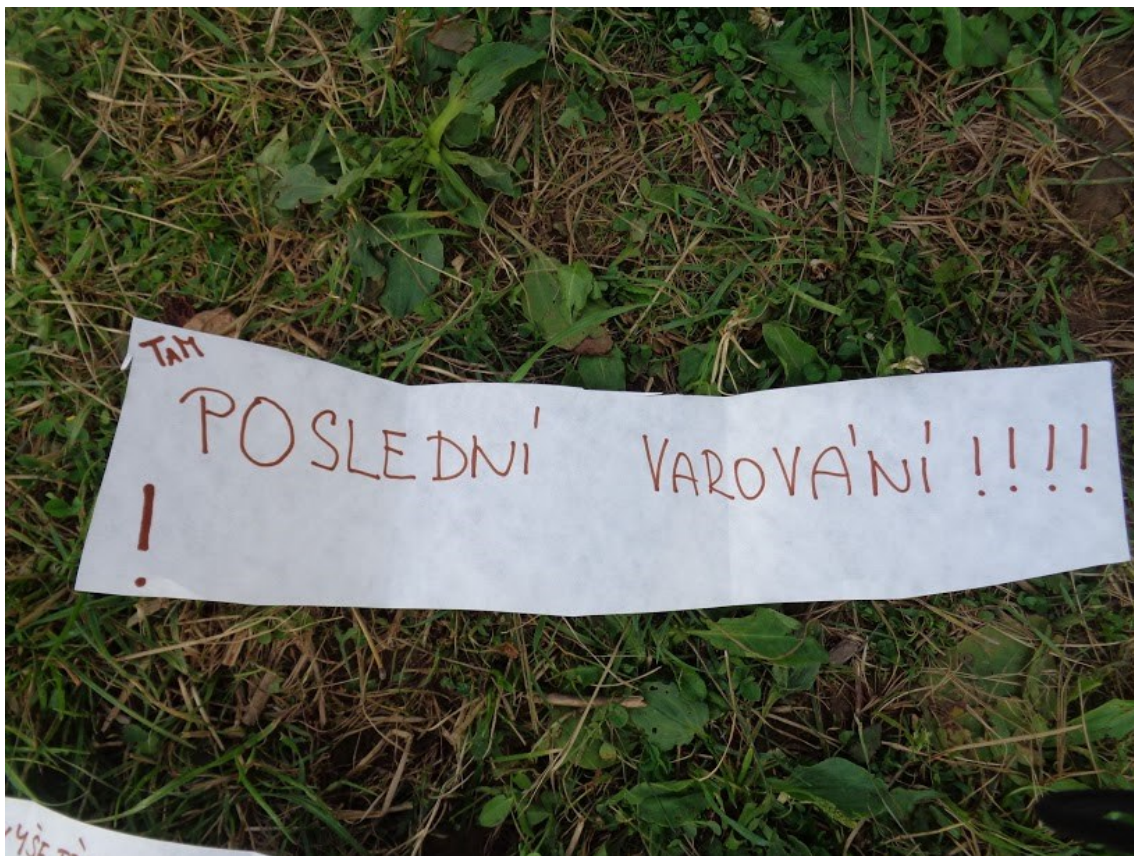
Tématem dětského tábora, na kterém byla detektivka realizována v roce 2016, byli tajní agenti. Všechny děti tak prošly hned v počátku tábora výcvikovým kurzem, kde se naučily základní dovednosti, jako snímání otisků, odhalování tajných nápisů, ale i fyzickou zdatnost. Do programu šestnácti dětí jsem ke konci konání tábora zařadila detektivku, jejímž cílem bylo dopadnout vraha.

Děti byly přivolány na místo, kde ležela podstrčená oběť společně s připravenými důkazy. Pověřila jsem děti vyšetřením této vraždy. Ty se do svých rolí vžily velice rychle a tím předčily má očekávání, o čemž vypovídá například fakt, že samotné děti napadlo vyslýchat kolemjdoucí a fotografovat okolí, kde byla mrtvola nalezena. Jelikož některé důkazy, které se na místě nacházely, byly křehké, mohlo by jejich případné poničení zkazit průběh celého vyšetřování. Proto bylo třeba, i přes původní plán nezasahování do programu, vymezit určitá pravidla. Zprvu dostaly za úkol ohledat mrtvého, u kterého objevily obálku s prázdným listem. Díky jejich předchozím znalostem jsem předpokládala, že děti přijdou na možnost neviditelného inkoustu samy. Tato skutečnost napadla malé detektivy téměř okamžitě po nalezení listu, a tak využili předem připravených pomůcek k objevení nápisu. Obsah původně prázdného papíru zobrazuje obrázek 1.



Obrázek 1 Odhalení neviditelného inkoustu

Objevený nápis zavedl děti do pokoje, kde se ukrýval trezor se zámkem. Heslo k zámku znali vyšetřující také z tohoto nápisu, a tak jej mohli otevřít a získat jeho obsah. Uvnitř byl zápisník detektiva, který ukrýval chemické pokusy, které se dají použít při vyšetřování. Jejich návody byly pro lepší pochopení a minimální zásah z mé strany doplněny obrázky. Trezor obsahoval výhrůžné vzkazy, které byly následně využity při chromatografii a informace o vymyšlené mafiánské organizaci a jejích čtyřech členech (podezřelých). Důkazy nalezené na místě činu a v truhle ukazuje obrázek 24 v příloze. Další úkoly si již děti rozdělily samy. Zápisník si vzal do ruky jeden chlapec a ostatní prováděli jednotlivé pokusy a tím zajišťovali nalezené důkazy. Na obrázku 2 je příklad vzkazu nalezený v trezoru.



Obrázek 2 Vzkaz ukrytý v trezoru

Snímání otisků prstů z lahve již děti sice dříve na táboře prováděly, ale pouze tak, že si vytvořily vlastní otisk, který se pokoušely snímat. Nyní musely otisk na lahvi objevit a sejmut bez poničení. Pro větší jistotu, že si otisk nesetrou, či nepoškodí při aplikaci křídového prachu, bylo na lahvi připraveno více stejných otisků. Více otisků mohou jedinečně doporučit, protože je potřeba klást důraz na pečlivost a děti je v „zapálení“ s vysokou pravděpodobností poničí. Další výhodou zanechání více otisků na předmětu je i fakt, že si sejmutí může vyzkoušet více dětí. Následně si děti vybraly nejkvalitnější otisk, který uschovaly pro další porovnávání. Tato rada se objevuje i mezi mými tipy k přípravě a provádění vybraných pokusů. Na obrázku 21 v příloze vidíme snímání otisků z lahve.

Dalším pokusem, který se nacházel mezi návody, bylo snímání otisku bot. V počátku vyšetřování děti tento důkaz porušily, otisk obuvi tedy nebyl celý. Vyšetřovací metodu, kde je odhadována výška pachatele v závislosti na velikosti boty tudíž děti nepoužily. Více rozvinuto v kapitole 6. Provádění dalších pokusů, které vycházely z otisku obuvi, čili zjišťování pH vzorku půdy nalezeného na botě podezřelého (můžeme vidět na obrázku 22).

Na obrázku 3 následně vidíme porovnávání pH z půdy nalezené na místě činu. Dále i odlévání části otisku však proběhlo úspěšně dle návodů nalezených v zápisníku.



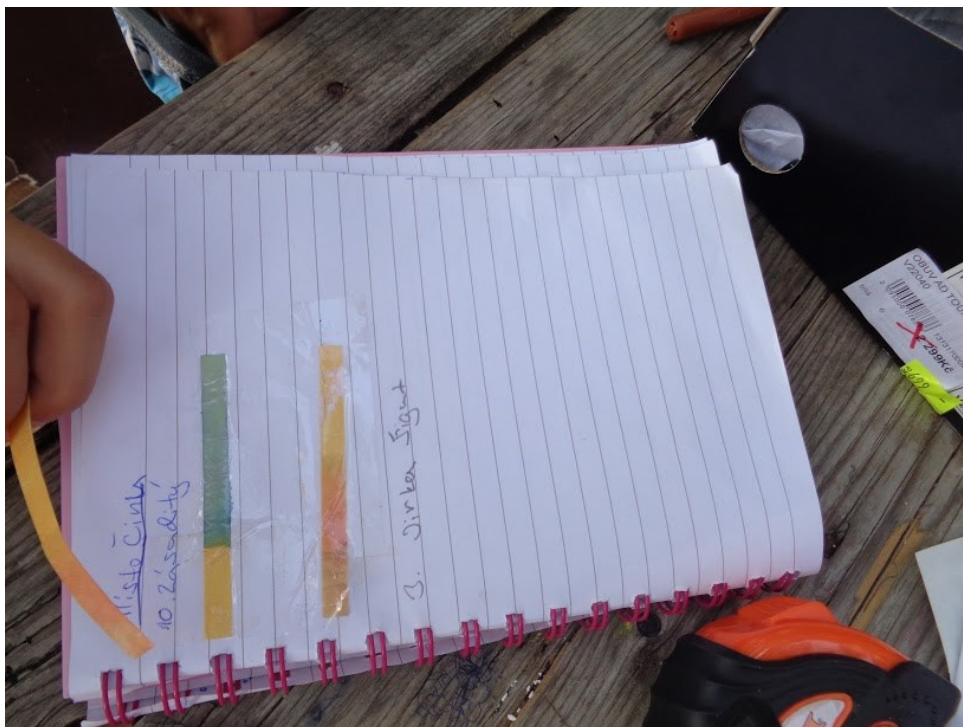
Obrázek 3 Zjišťování pH pomocí pH papírku

Po zabezpečení důkazů byly děti rozděleny do čtyř vyšetřovacích skupin. Následovalo porovnávání důkazů s podezřelými.

Největší problém s realizací pokusu nastal u chromatografie výhružných vzkazů nalezených v trezoru oběti, který vidíme na obrázku 25 v příloze. I přes obrázky trvalo pochopení pokusu déle. I z mého pohledu zde musely děti nejvíce přemýšlet, jak porovnat fix získaný od podezřelého s fixem, kterým byly výhružky psány. Z jejich hodnocení, které je více rozebíráno v kapitole 5.6, však patřil, přes jeho náročnost, k nejoblíbenějším.

Snímání otisků prstů děti hodnotily jako banální i při jeho provádění, avšak z mého pohledu vyhodnocovaly shodu otisků pouze na základě ostatních pokusů. Zjišťování stop krve prováděly všechny děti dohromady v tmavé místnosti. Při tomto pokusu jsem předpokládala oblíbenost hlavně kvůli efektu svícení luminolu.

Vyhodnocování výsledků svých pokusů prováděla každá vyšetřovací skupinka jinak. Některé si vytvořily tabulku, kam si zapisovaly shodu, či neshodu, jiné si důkazy fotily, či lepily do svých sešitů, jednu takovou variantu ukazuje obrázek 4.



Obrázek 4 Varianta uchování důkazů (pH papírků)

V závěru vyšetřování děti společně vyhodnotily vraha, který se jim snažil uprchnout. Při jeho dopadení již vynalézavostí samotných dětí skončil vrah ve vězení, které bylo simulováno bazénem.

Časová náročnost celkového programu odpovídala předpokladům. Program trval necelé 4 hodiny.

5.4. Pokusy

5.4.1. Otisky prstů

Potřeby: Sklenice s otiskem prstu, štěteček, průhledná lepicí páska, prášek (v našem případě použit prach z bílé křídly), tmavý papír, lupa, polštářek s inkoustem, bílý papír.

Postup přípravy: Na sklenici (hladký povrch) nanese otisky prstů.

Postup: Na předmět, kde se nachází otisk, v našem případě skleněná lahev, nanese jemným štětečkem křídový prach. Postupně jemně štětečkem otřeme, až prach zůstane přichycen pouze v místě otisku papilárních linií.

Pozorování: Po očištění přebytečného prachu štětečkem zůstane křída přichycená pouze v místě dotyku prstu s předmětem. Na povrchu předmětu jsou zřetelné papilární linie, které jsou pro každého člověka jedinečné (Šulcová, Böhmová, & Stratilová Urválková, 2009).

Úkol pro děti: Odebrat otisky podezřelých na papír pomocí polštářku namočeného inkoustem. Následně s použitím lupy porovnat otisky nalezené na místě činu s otisky podezřelých.

Alternativa: Vyvolání latentních otisků prstů pomocí ninhydrinu. Celý pokus je prováděn v digestoři a s ochrannými pomůckami.

Potřeby: Ninhydrin⁷, ethanol a 99% roztok kyseliny octové (žíravina).

Postup: Ninhydrinový roztok (0,1g ninhydrinu, 50cm³ ethanolu a 1,5cm³ kyseliny octové) přelijeme do rozprašovače a přestříkáme jím nosič stopy (papír s otiskem). Po usušení papír zahřejeme (žehlička, sušárna, horkovzdušná pistole) a objeví se nachově zbarvené otisky prstů (Šulcová, Böhmová, & Stratilová, 2009).

5.4.2. Tajné písmo

Potřeby: Bramborový škrob, roztok jódu, papír, štětec, kádinka.

Postup přípravy: 10-15 g bramborového škrobu se rozpustí ve 100 ml vody. Tenkým štětečkem napíšeme vzkaz na papír a necháme zaschnout.

Postup: Děti musí z prázdného bílého papíru získat neviditelný vzkaz. Po nanesení jodové tinktury zůstanou místa, kde byl nanesený jód, modře zbarvená a tím se stane vzkaz čitelným.

Pozorování: Po nanesení jódu na škrob vzniká tzv. inkluzivní komplex. Nejedná se o běžnou chemickou reakci, protože molekuly jódu jsou pouze uzavřeny uvnitř řetězců škrobu (Houser, 2014).

Úkol pro děti: Pokusit se odhalit tajné písmo, z kterého následně zjistí úkryt cenností oběti a kód k jejich odemčení.

⁷ 2,2 – dihydroxy-1,3-indandion

Alternativy: Odhalování tajného písma může nabýt více chemického rázu při použití 1 g chloridu kobaltnatého, který se rozpustí v 25 ml vody. Následné vyvolání probíhá roztokem chloridu železitého ve vodě.

Jinou možností je, zviditelnit jej pomocí UV záření. I v tomto případě však potřebujeme žíravinu, konkrétně hydroxid sodný. Jeden acylpyrin se rozpustí ve 2 ml vody a přidá se trochu hydroxidu sodného. Směs je zahřívána a za stálého protřepávání udržována ve varu nejméně jednu minutu. Po ochlazení jsou do směsi přidány 2 ml octa a inkoust je připraven k použití. Účinnou složkou inkoustu je v tomto případě kyselina salicylová, která vznikla rozkladem kyseliny acetylsalicylové z acylpyrinu (Houser, 2014).

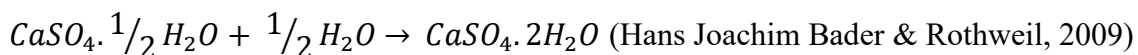
5.4.3. Otisky bot

Potřeby: Otisk stopy v substrátu, sádra, miska na sádro, voda, škrabka, rám, sprej na vlasy, pravítko.

Postup přípravy: Do substrátu obtiskneme stopu boty.

Postup: Stopu zafixujeme lakem na vlasy, následně smícháme vodu se sádrou v poměru napsaném na obalu. Sádro vlijeme do místa otisku a necháme zaschnout.

Reakce sádry:



Úkol pro děti: Vytvořit pomocí sádry trojrozměrnou zrcadlovou kopii stopy pro přenesení z místa činu. Dále je možno změřit průměrnou výšku osoby, které otisk patří. Zapsat si svou výšku a velikost boty do tabulky a následně vyvodit průměrnou výšku pachatele (Kid's day series).

Tabulka 2 Příklad zpracování tabulky, do které mohou děti zapisovat údaje



Na grafu (tabulka 2) vznikne dětem pomocí údajů křivka. Pokud se velikost boty a výška podezřelého výrazně vyhýbá křivce, je nepravděpodobné, že je to stopa pachatele.

5.4.4. Výluh z půdy

Potřeby: Miska, lžička, stojan, nálevka, filtrační papír, 2 kádinky, skleněná tyčinka, kapátko, vzorek půdy, indikátorové papírky.

Postup: Do kádinky navážíme 10 g usušeného vzorku a přidáme k němu 35 ml destilované vody. Směs mícháme asi 10 minut. Obsah kádinky přefiltrujeme přes filtrační papír do jiné kádinky. U výluhu zjistíme pH (Adamec & Janoušková, 2008).

Úkol pro děti: Porovnání pH půdy nalezené na místě činu s pH půdy nalezené na obuvi podezřelých.

5.4.5. Chromatografie

Potřeby: Fixy od různých výrobců stejné barvy, filtrační papír, sklenice, vzkaz napsaný na filtračním papíře + tolik filtračních papírů, kolik fixů máme od podezřelých, ocet, voda, alobal.

Postup: Ustříhneme obdélníkový proužek filtračního papíru a asi 1,5 cm od dolního okraje uděláme vodorovnou čáru obyčejnou tužkou. Na ní nakreslíme čáru barevnou fixou. Tento papír připevníme přehnutím (nebo pomocí izolepy) na kus špejle. Na dno vhodné zavařovačky nalijeme vodu (pokud fix není na bázi alkoholu). Poté položíme špejli se zavěšeným papírem přes hrdlo sklenice tak, aby dolní okraj papíru

(nad kterým jsou nanesené fixové skvrny) byl ponořen. Vodorovná čára se hladiny nesmí dotýkat. Počkáme, až hladina voda nasákne těsně pod přehnutí, na jakém je papír přichycen. Během pohybu vody po filtračním papíře lze sledovat dělení jedné čáry na několik barevných složek. Ty barvy, které papír zadržuje nejméně, doputují nejvýše k přehybu (Šulcová & Böhmová, 2007).

Úkol pro děti: Porovnat složení barvy ve fixu, kterou byly napsány výhružné vzkazy nalezené u oběti se složením barev fixů podezřelých.

Vhodnou alternativu k chromatografii fixu vidím v chromatografii rostlinných barviv. Tento pokus se dá použít při porovnání rozložení barviv rostliny z místa činu s barvivou rostliny nalezené na podrážce podezřelého (Hamilton, 2010).

Potřeby: Destilovaná voda, aceton, benzín, izopropylalkohol, ethanol, uhličitán vápenatý, křemenný prach (či jemný písek), desky pro chromatografii na tenké vrstvě, zelené listy.

Postup: Nejprve je potřeba připravit roztok obsahující směs rostlinných barviv. Sušené zelené listy se rozetrou v misce s malým množstvím písku a přidá se CaCO_3 (zhruba na špičku lžičky). K tomuto materiálu je přidán 1 ml acetonu, s kterým se směs dále roztírá. Nakonec se přidá 5 ml benzínu a důkladně promíchá. Vzniklá směs se přefiltruje přes vat, či skládaný filtr.

Do chromatografické nádoby se nalije směs benzínu, propanolu a vody, poměr látek by měl být 100:10:0,25 a hladina rozpouštědla má být 0,5 – 1 cm vysoká. Na chromatografickou desku nakreslíme startovní čáru a pomocí kapátka na ni nanese rostlinný extrakt. Desku se vzorkem vložíme do nádoby na chromatografii a sledujeme průběh dělení. V průběhu chromatografie nesmí čelo rozpouštědla dosáhnout horního okraje desky (Šulcová a kol., 2006).

5.4.6. Zjišťování krevních stop pomocí luminolu

Potřeby: Luminol, peroxid vodíku, vepřová krev, červené barvivo, kádinky, lžička.

Postup přípravy: Vepřovou krví potřísníme vražednou zbraň – lahev. Dále použijeme jakékoliv červené barvivo na obarvení jiného předmětu (např. nůž).

Postup: 0,1 g luminolu a 5 g uhličitánu sodného smícháme se 100 ml vody a přidáme 15 ml peroxidu. Roztok nanese na předmět s krví (v našem případě lahev). Ve tmě můžeme

pozorovat modré světlo v blízkosti skvrn od krve (Šulcová, Böhmová, & Stratilová Urválková, 2009).

Úkol pro děti: Děti mají za úkol rozpoznat, který předmět byl použit při vraždě. Ostří nože sice je zbarveno do červena, ovšem po použití roztoku luminolu se nerozsvítí na rozdíl od nanesení roztoku na druhý předmět (lahev). Lahev se v okolí skvrn od krve modře rozsvítí a tím je prokázána přítomnost krve.

5.4.7. Zviditelňování mosazných znaků

Potřeby: FeCl_3 , HCl 30%, kovový předmět vyrobený z mosazi, pilník, smirkový papír, dále odměrný válec, Petriho misky, kleště, pinzeta, kádinky a váha.

Postup přípravy: Při přípravě na pokus je nutno nejprve odstranit vyražené znaky z předmětů pilníkem, či smirkovým papírem.

Postup: Smícháním 5 g chloridu železitého v 50 cm^3 v HCl je vytvořen leptací roztok. Předmět se do leptacího roztoku ponoří na 10 minut. Po jeho vytáhnutí a usušení se znaky znovu objeví jako šedá místa. Děje se tak díky narušené struktuře povrchu při jeho broušení. Tyto části předmětu poté rychleji oxidují a vytvoří tak silnější vrstvu na jejich povrchu (Šulcová, Böhmová, & Stratilová, 2009).

Úkol pro děti: Obnovení zbroušených znaků z mosazného předmětu.

5.4.8. Rady a tipy k provedení pokusů

Při přípravě těchto pokusů jsem narazila na několik problémů, které jsem musela řešit nebo vychytávek, které mi pomohly. Zde je tedy zmiňuji.

U daktyloskopie se křídový prášek uchytává na zanechané mastnotě na předmětu. Při této nejjednodušší metodě snímání křídou, není obyčejný otisk dost dobře čitelný. Pro tyto účely je dobré prst namazat např. krémem, následně se křídový prach lépe uchytí a otisk je lépe viditelný na první pohled, což je výhodné, protože ho děti nezničí při objevení předmětu, zároveň se otisk stává po sejmutí čitelnější a křídový prach se lépe přichytí. Jako alternativu křídý je možné použít grafitový prášek z tuhy a nanést na bílý papír. Oba prášky mají tendenci k rozmazávání, křída se z mých zkušeností rozmaže méně, proto jsem ji ve svém programu použila. Dále doporučuji nanést na předmět, který bude použit jako důkaz více

stejných otisků. Není to pouze kvůli počtu dětí, které si tuto aktivitu mohou vyzkoušet, zároveň pokud se při snímání otisk poničí, mohou děti situaci ještě napravit.

Při přípravě tajného vzkazu neviditelným inkoustem je písmo nejčitelnější, když vzkaz napíšeme zhruba dvě hodiny předem. Písmo stihne zaschnout a je jednoduše obnovitelné. Škrob je dobré k rozpuštění zalít horkou vodou. Při psaní se místo tenkého štětce může použít špejle nebo párátko, aby bylo písmo co nejtenčí. Zároveň je dobré i při tenké lince psát co největším písmem, jelikož papír do sebe škrob s vodou vsákne a po odhalování je vidět rozpitý a špatně čitelný text, je to i z toho důvodu, že běžný tiskařský papír obsahuje škrob (Hans Joachim Bader & Rothweil, 2009). Mnohem lepší varianta je použít filtrační papír. Ten škrob vsaje, ale nerozpíje. K odhalování stačí použít desinfekci na bázi jódu. Nejlepší je použití desinfekce ve spreji, jinak hrozí, že jí děti na papír nalijí až moc a písmo ztratí čitelnost. I u rozprašování desinfekce je dobré napsat do návodu vzdálenost, ze které je vhodné desinfekci použít. Při aplikování z příliš malé vzdálenosti hrozí poničení písma.

Při přípravě vzkazů na chromatografii je potřeba, aby děti byly schopny text přímo použít bez složitějších pomůcek. Proto je dobré, aby na papíře byla jakási startovní čára pro chromatografii s dostatkem místa pro rozložení barev (viz obrázek 2). Pro vyšší efektnost rozložení je vhodné použít hnědou barvu fixy.

5.5. Zápisník s návody pokusů

Zápisník s návody pokusů je fiktivní zápisník mrtvého detektiva, který po sobě zanechal v trezoru. Můžeme ho vidět na obrázku 23 v příloze. Děti se k němu dostaly pomocí hesla a čísla pokoje, které zjistily po odhalení písma na zdánlivě prázdném papíře. Zápisník obsahoval jednotlivé pokusy, které by mohly být využity v případě vyšetřování trestného činu.

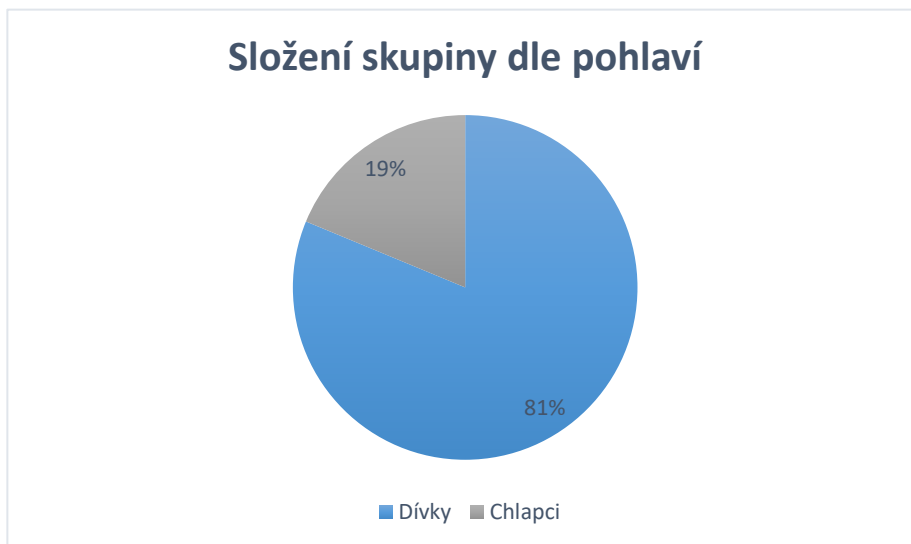
Jednotlivé listy zápisníku obsahovaly teoretické znalosti o používaných pokusech, které děti četly a tím se o těchto praktikách dozvěděly. Zároveň zde byly obsaženy kompletní návody na jejich provedení, v případě náročnějších pokusů byly dokresleny obrázky, které mohly dětem pomoci. Zápisník sloužil dětem v průběhu celého programu jako zdroj informací a rad, kterého se držely, tím nepotřebovaly žádného dospělého, který by jim neustále radil a získaly tak určitou samostatnost. Na obrázku 5 vidíme zkoumání tohoto zápisníku dětmi.



Obrázek 5 Pročítání návodu pokusů

5.6. Reflexe dětí (dotazníkové šetření)

Večer po skončení programu jsem si s dětmi sedla a ony mi sdělovaly své dojmy a postřehy. Všeobecně se jim mikrodetektivka líbila a považovaly ji spíše za hru. Jejich odpovědi potvrzují i dotazníky, které vyplňovaly.



Graf 1 Složení skupiny dle pohlaví

Jak vidíme na grafu 1, ve skupině bylo 16 dětí, z toho byli 3 chlapci a 13 dívek.



Graf 2 Věkové složení skupiny

Na grafu 2 je patrné věkové složení skupiny, kde 38 % dětí bylo ve věku 11 let, zbytek byly děti 10 let staré.



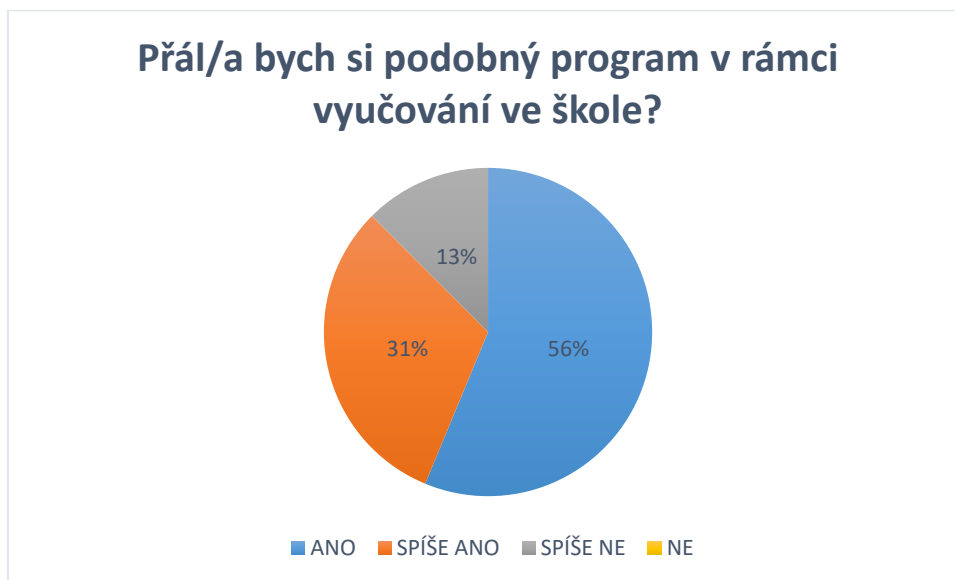
Graf 3 Znalost chemie

Další otázkou dotazníku bylo, zda respondenti již mají předmět chemie. Na grafu 3 je patrné, že ve skupině již 4 děti probíraly chemii v rámci vyučování. Dvě děti byly v laboratořích Techmanie. Mnoho dalších se s ní okrajově setkalo v rámci kroužků.



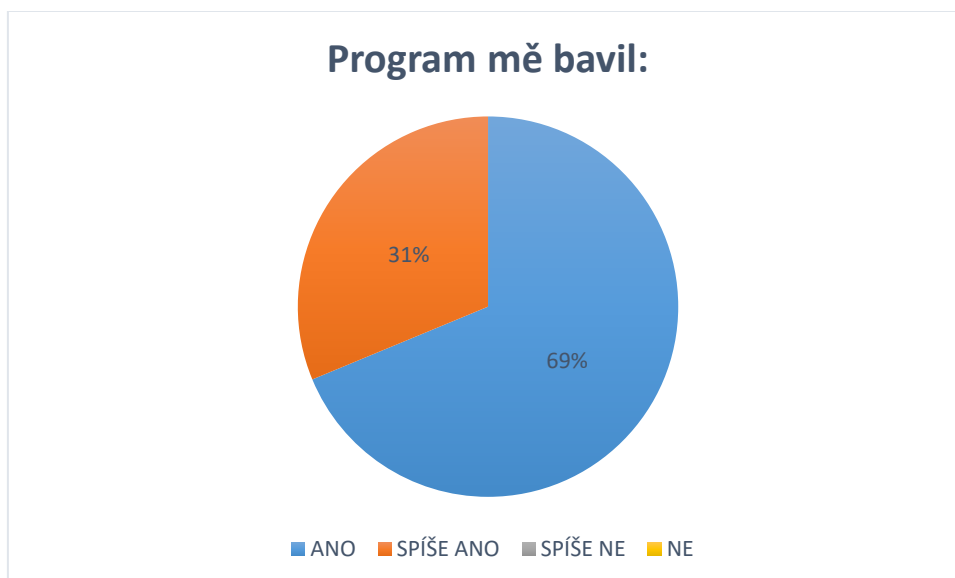
Graf 4 Otázka týkající se kriminální chemie

Graf 4 ukazuje poměr dětí, které se již setkaly s kriminální chemií a které ne. Tři čtvrtiny dětí již někdy slyšely o kriminální chemii. Většinou z televizních seriálů.



Graf 5 Otázka týkající se zařazení podobného programu do vyučování

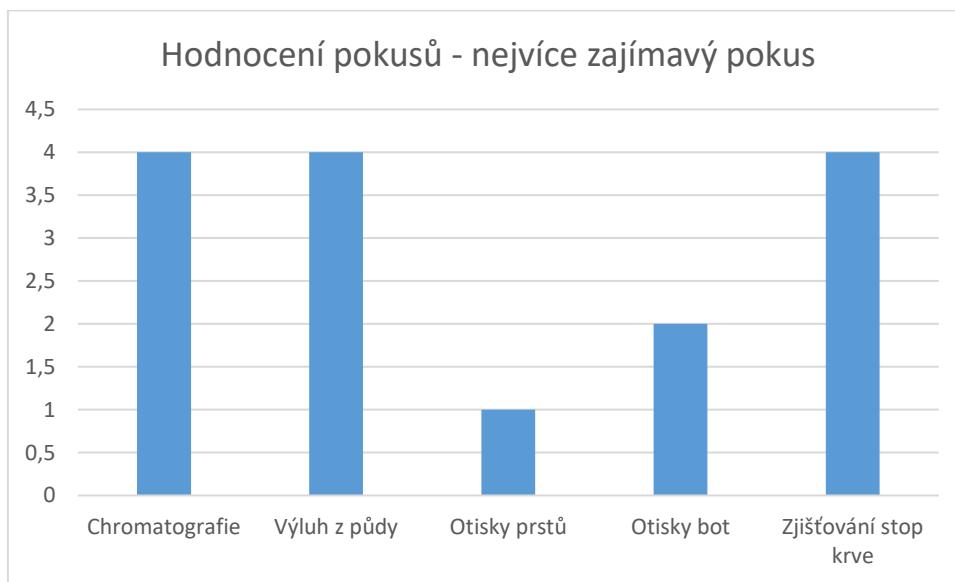
V otázce, zda by respondenti chtěli podobný program zařadit do školního vyučování, byly odpovědi převážně kladné. U 56 % dětí byla odpověď ano, 31 % spíše ano a u 13 % se objevila odpověď spíše ne.



Graf 6 Hodnocení programu dětmi

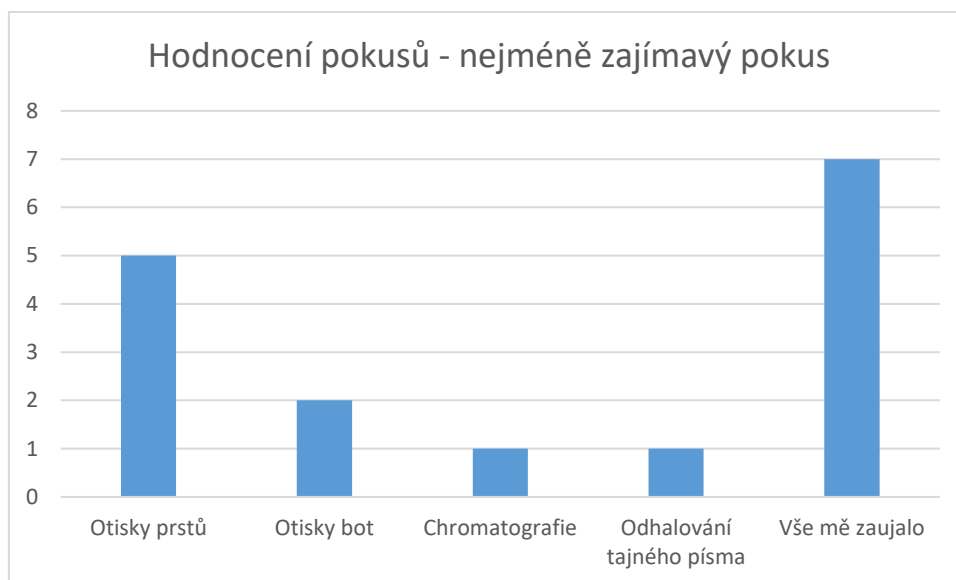
U otázky „program mě bavil“ odpovídaly děti kladně. 69 % respondentů odpovědělo ano a zbylých 31 % spíše ano, což vidíme na grafu 6.

Na otázku týkající se délky programu odpověděly všechny děti shodně. Program hodnotily jako přiměřeně dlouhý.



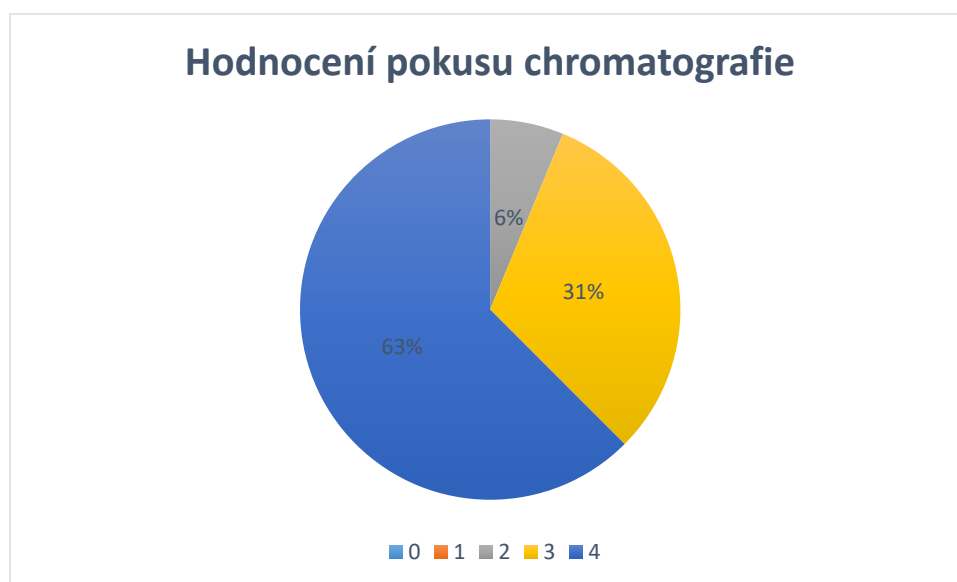
Graf 7 Hodnocení pokusů dětmi

Jak plyne z grafu 7, děti hodnotily jako nejzajímavější pokusy chromatografie, zjišťování pH půdy a zjišťování stop krve pomocí luminolu. Příklady takových odpovědí: „Ten se svítící krví, ale bavilo mě vše!“, „Nejvíce mě bavilo to s tou krví a pak chromatografie.“, „Nejlepší byl pokus s fixou“. Při hodnocení jednotlivých pokusů pak jasně vyplývá jako nejzajímavější práce s luminolem.



Graf 8 Výběr nejméně zajímavého pokusu

Z grafu na obrázku 8 vyplývá, že pokus, který respondenty zaujal nejméně je snímání otisků prstů. S tímto grafem koresponduje i hodnocení jednotlivých pokusů, kde snímání otisků prstů kladně hodnotilo nejméně dětí. Mezi odpovědi patřily například tyto: „Otisky prstů, protože to už umím.“, „Ten PIN“, „Všechny mě zaujaly.“.

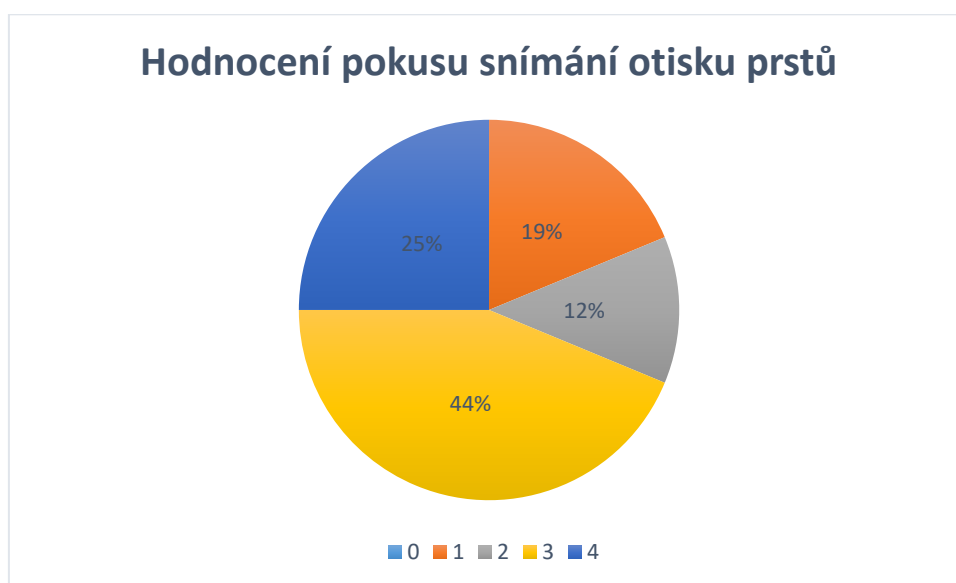


Graf 9 Hodnocení pokusu chromatografie

Při hodnocení pokusu chromatografie od 1 do 4, kdy hodnota 4 je nejkladnější hodnocení Graf 9 ukazuje, že tato hodnota převládá. Většina pozitivních reakcí byla spojena se zaujetím

k rozkládání a zobrazení jednotlivých složek barev. „Jak se ta fixa rozkládá na více barev“, „Zaujaly mě ty barvy“. Horší hodnocení dávali respondenti, kterým vadilo, že pokus trval příliš dlouho. „Nelíbilo se mi to čekání, než se to udělá. Jsem netrpělivá.“

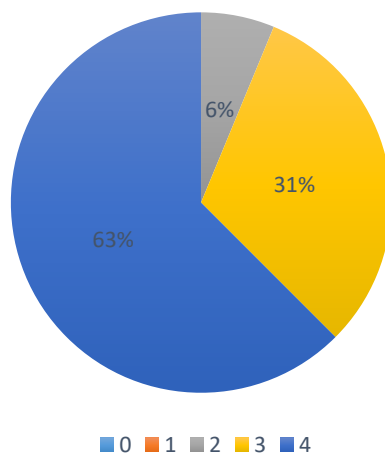
Při hodnocení pokusu odhalování přítomnosti krve, byly ve 100 % případů kladné reakce. Většinou to bylo dáno tím, že je luminiscence celkově přitažlivá. Příklady konkrétních odpovědí respondentů na otázku Co tě na pokusu nejvíce zaujalo? „Jak je krev vidět, i když si myslíte, že tam není.“ „Zaujalo mě to svícení, nevěděla jsem, že to jde.“



Graf 10 hodnotící pokus snímání otisku prstů

Snímání otisků prstů vychází podle odpovědí respondentů jako pokus, který je nejméně zaujal. Tomu odpovídá i jeho hodnocení, jež je vidět na grafu 10. Mezi důvody, proč je tento pokus tolik nezaujal, uvádí zejména, že se u něj musí dávat pozor při práci a také se sejmutí ne vždy na první pokus povede. „Nejde sejmut celý otisk.“ Na této aktivitě bylo neatraktivní, že se nejednalo o „chemický“ pokus v pravém slova smyslu. Nejlépe tuto myšlenku asi popisuje komentář: „Nelíbilo se mi, že se tam nic nemíchalo a nelouhovalo.“ Přesto, že tento pokus je zařazen mezi nejméně zajímavé, převažovaly pozitivní ohlasy. Příklady: „Líbilo se mi, že jdou otisky zjistit tak lehce, ale zároveň dobře.“ nebo „Bylo to super. Nevěděla jsem, že to jde s tou lepicí páskou.“

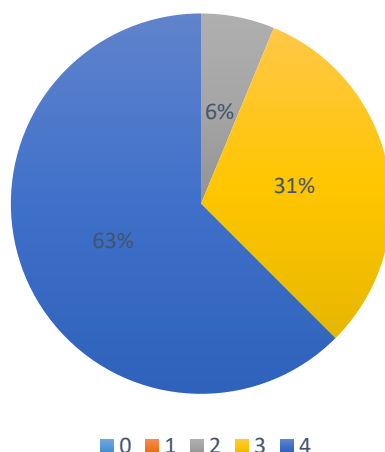
Hodnocení pokusu snímání otisku bot



Graf 11 Hodnocení pokusu snímání otisků bot

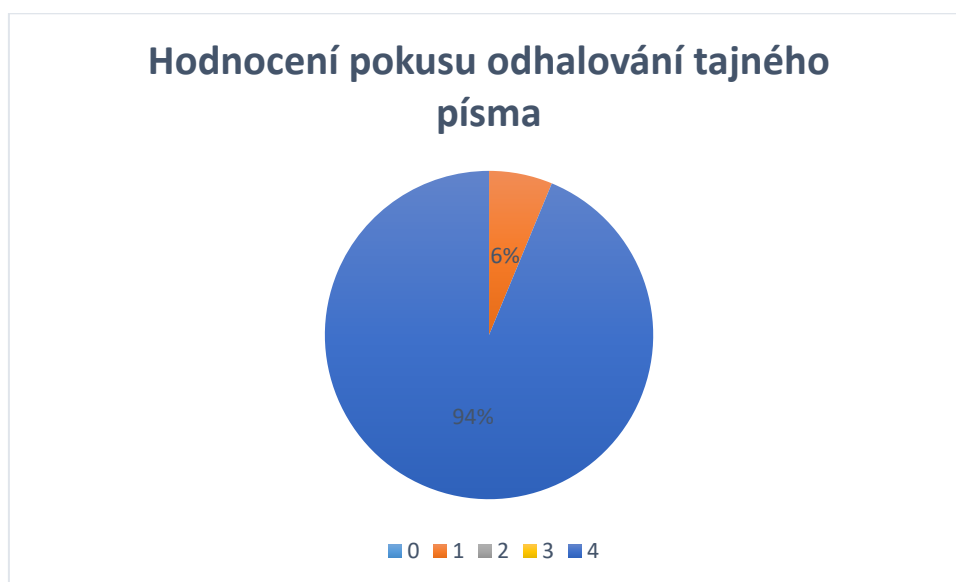
Zajišťování otisku boty bylo dle výsledků pro děti mnohem atraktivnější, než snímání otisků prstů. Patrně za to může použití sádry, kterou si museli účastníci sami namíchat a dále s ní pracovat. „Dobrý bylo to rozlívání sádry.“ Také na tento pokus nebylo třeba tolik koncentrace jako při práci s malými otisky. „Podrážka se dala dobře zjistit. Bylo to strašně rychlé a lehké.“ Hodnocení v číslech ukazuje graf 11.

Hodnocení pokusu výluh z půdy



Graf 12 Hodnocení pokusu výluh z půdy

V tomto pokusu vychází vesměs pozitivní reakce. Jak děti hodnotily, vidíme z grafu na obrázku 12. Převážně se respondentům líbilo zbarvení pH papírku na konci pokusu. Na otázku, co je nejvíce zaujalo, byly časté odpovědi jako tato: „Jak se papírek zbarvil.“ Další příklady ohlasů: „Líbilo se mi. Že se dá zjistit různá půda.“ nebo „Je to sranda, ale hodně to trvá, jak to kape přes filtr.“



Graf 13 Hodnocení pokusu odhalování tajného písma

Odhalování tajného písma zaujalo většinu respondentů. Na obrázku 13 vidíme graf, který ukazuje, jak děti tento pokus hodnotily. Převažuje hodnota 4, což je nejkladnější hodnocení. Plyne to také z ohlasů na tento pokus, které jsou velmi pozitivní. „To bylo naprosto super.“ „Zнала jsem z dřívějšíka, ale bavilo mě to.“

6. Diskuze

Používání experimentů z forenzní chemie ve spojení s detektivními zápletkami se zdá pro děti být zajímavé. Téma řeší rády, což potvrzují výsledky uvedené v dotazníku po provedení celé aktivity. Vzhledem k vzrůstajícímu počtu podobných témat v posledních letech, které můžeme vidět u autorů (Berka, 2007; MU, 2005; Palachová, 2011; Planet Smarty Pants, 2015), se téma forenzní chemie jeví jako možná alternativa klasickým školním experimentům. V mnohém má potenciál řešit problém nedostatečného zapojení žáků do badatelské aktivity, kterou její tvůrci považují za dostatečně poutavou, žáci však z neznámého důvodu nadšení nesdílejí (viz Rusek a kol., 2014)

Využití tohoto tématu se nemusí vztahovat pouze ke škole, jelikož k mnoha pokusům existují varianty, které jsou méně náročné na pomůcky i chemikálie, ale vedou k podobným výsledkům. Podle vyplněných dotazníků však můžeme vidět, že děti inklinují spíše k „chemičtějším“ pokusům, o čemž pojednává i Holada (1977) v souvislosti s přitažlivostí pokusů s „kouzelnými“ efekty. Kladná ohodnocení však získaly i experimenty, při kterých byly využívány běžně dostupné látky, se kterými se děti dostávají do kontaktu každodenně.

V době, kdy se od experimentů ustupuje, ať už z důvodu legislativy, vybavení škol či časové náročnosti (Beneš a kol., 2015), lze mikrodetektivky naplnit vhodnými experimenty, které je při různých přepracováních snadné uzpůsobit časovým možnostem.

Výhodou těchto experimentů je, že žáci vidí výsledky, kvůli kterým pokusy provádí. Zabraňuje se tak jejich mechanickému provádění.

Pokud se mám zamyslet nad celkovým průběhem programu, vycházel převážně podle mých představ. Samozřejmě reakce dětí se nedají nikdy dokonale předpovědět. Kromě věku dětí také záleží na aktuálním kolektivu, nadšení dětí a dalších okolnostech, které situaci ovlivňují.

Stáří dětí bylo ideální na vžití do situace a samotné prostředí s důkazy děti motivovalo k zjištění pachatele. Jejich okamžité přijetí rolí za své mne velice potěšilo.

Kdybych měla rozhodnout, který pokus se nevyvedl podle mých představ, je to určité odhadování výšky v závislosti na velikosti obuvi. Při přípravě se mi tato aktivita zdála velice vhodná, jelikož rozvíjí samostatné myšlení a zahrnuje matematiku do jinak chemických pokusů a tím tyto obory propojuje. Samotné děti však tento pokus nezaujal a na rozdíl od

ostatních aktivit, které v zápisníku našly a samostatně plnily, tomuto pokusu se všechny čtyři skupiny nezávisle na sobě vyhnuly. Já osobně, jelikož mne zajímalo, zda jsou schopny úkol splnit, jsem se je k aktivitě snažila navést, avšak její neplnění pramenilo také z faktu, že si stopu při počátečním neopatrném pohybování u vyšetřovaného místa poničily. Neplnění tohoto úkolu připisuji již zmíněnému poničení stopy a zároveň jinému rázu této aktivity. Oproti práci takříkajíc v terénu by toto znamenalo měření a zapisování na papír, čemuž se děti vyhýbaly. Můj názor je, že se tak dělo zčásti i kvůli věku účastníků a aktivita byla pro ně nezajímavá a složitá na pochopení.

Daktyloskopie je případ jiný, přeci v něčem podobný. Podobnost nalézám ve skutečnosti, že u obou těchto případů (graf závislosti výšky na velikosti boty a snímání otisků prstů) není vidět okamžitý efekt. Děti v tomto věku nevidí to „kouzlo“, které u provádění pokusů čekají, jako je zbarvení papírku, rozložení barev fixu či rozsvícení krve. Možná i proto výsledkům těchto pokusů z mého pohledu nevěnovaly takovou pozornost, a ačkoliv tvrdily, že otisk nalezený na místě činu je shodný s otiskem podezřelého, řídily se z mého pozorování spíše výsledky pokusů jiných.

Jako velice přínosné hodnotím sepsání návodů do zápisníku, který děti samy naleznou. Takto napsané návody byly mnohem atraktivnější a přinášely větší samostatnost.

7. Závěr

Cílem mé práce bylo vytvoření vlastní detektivky, kterou jsem zrealizovala na dětském táboře. Při jejím ozkoušení byli účastníci schopni veškeré pokusy provést s pomocí dostupných pomůcek.

Z dotazníků, které účastníci po samotné akci vyplňovali, vyplývají kladné ohlasy na tento druh aktivity. Dětem vyhovovala jak délka programu, tak jeho náročnost i zábavné téma. Naučily se některé principy z chemie, které spojovaly s teorií z nalezeného zápisníku.

Z výsledků zároveň plyne, že by účastníci uvítali podobný program i v rámci jejich vyučování ve škole.

Další podobné detektivky by tak mohly být více využívány i ve školní praxi, kde by rozvíjely vnitřní motivaci žáků k přírodovědným předmětům.

8. Seznam použitých informačních zdrojů

Adamec, Martin, & Janoušková, Svatava. (2008, Srpen 19). Stanovení pH půd. *Metodický portál RVP*.

Awan, Riffat-Un-Nisa, Sarwar, Muhammad

Naz, Anjun, & Noreen, Ghazala (2011). Attitudes toward Science among school students of different nations: A review study. *Journal of college teaching & learning*, roč. 8, č. 2.

Bader, Hans Joachim , & Rothweil, Martin. (2009). *Úvod k chemickým lekcím Forenzní chemie - Chemie a detektiv* Dostupné z https://www.cities-eu.org/sites/default/files/attachments/cz/068_CZ_forensic_theo.pdf

Baizová, Pavlína, Ginterová, Pavlína , Holubová, Renata, & Znaleziona, Joanna. (2014). *Modul kriminalistika*

Beneš, Pavel, Rusek, Martin, & Kudrna, Tomáš. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, roč. 109, č.

Berka, Karel. (2007). Seriál o detektivní chemii *KSICHT - Korespondenční seminář inspirovaný chemickou tematikou*, 6(2). Dostupné z <http://ksicht.natur.cuni.cz/serialy/detektivni-chemie/2>

Bílek, Martin. (2008). Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*, (2). Dostupné z http://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO_db/doc/31_7_B%C3%ADlek_Acta.pdf

Cídlová, Hana, Musilová, Emílie, & Petřů, Michaela. (2012). *Ve dvou se to lépe táhne, motivační úlohy procvičující mezipředmětové vztahy chemie s ostatními přírodovědnými předměty*. Brno: Masarykova univerzita.

Cídlová, Hana, Musilová, Emílie, & Petřů, Michaela. (2013). *Ve dvou se to lépe táhne motivační úlohy procvičující mezipředmětové vztahy chemie s ostatními přírodovědnými předměty*

Collins, David. (2007). *Forensic Chemistry*. The United States of America: Thomson Brooks.

Čáp, Jiří, & Mareš, Jiří. (2001). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál.

Černá, Martina. (2008). *Edukační hry s chemickou tematikou*. Univerzita Karlova, Praha.

Čtrnáctová, Hana, Cídllová, Hana, Trnová, Eva, Bayerová, Anna, & Kuběňová, Gabriela. (2013). Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. *Chemické listy*, roč. 107, č.

Čtrnáctová, Hana, & Zajíček, Jiří. (2010). Současné školství a výuka chemie v České republice. *Chemické listy*, roč. 104, č. 8.

Drábek, Jiří. (2017, cit.). Úvod do forenzní chemie. Dostupné z http://www.dnabased.com/Forezní_chemie/extdoc/01_Historie_lab.pdf

Dušek, Bohuslav. (2015). *Výklad legislativy pro nakládání s chemickými látkami Metodika k bezpečnosti práce s chemickými látkami při výuce a soutěžích podle platných předpisů*

Fiala, David. (2011). *Biometrie otisku prstu*. Vysoké učení technické v Brně, Brno.

Franc, Daniel, Zouňková, Daniela, & Martin, Andy. (2007). *Učení zážitkem a hrou*. Brno: Computer Press, a. s.

Fryauf, Martin. (2013, cit. 20.1. 2017). Kriminalistická trasologie.

Fürbach, Martin. (2013). Skutečnost vs. Kriminálka Miami: zloděje neuvěří, protože by to bylo drahé. *iDnes.cz*. Dostupné z http://technet.idnes.cz/csi-efekt-cbc-/tec_technika.aspx?c=A111205_113512_tec_technika_fur

Gros, Leo,(2009). CITIES. Dostupné z <https://www.cities-eu.org/cs>

Hamilton, Lara L. (2010). Using plant pigments to link a suspect to a crime. *Collection of laboratory activities*:. Dostupné z <http://www.terrificscience.org/lessonpdfs/PlantPigmentsLink.pdf>

Hans Joachim Bader, & Rothweil, Martin. (2009). *Forenzní chemie - Chemik detektivem Jednoduché experimenty do hodin chemie* Dostupné z https://www.cities-eu.org/sites/default/files/attachments/cz/068_CZ_forensic_exp.pdf

Heřmanská, Eliška, Boudová, Kristina, Zindulková, Kristina, Bednár, Kryštof, & Bartoň, Tomáš. (2014). *Využití chemie ve forenzních vědách*. Praha.

Holada, Karel. (1977). *Zajímavá činnost v chemii*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Holada, Karel, & Liška, František. (2014). Člověče, nezlob se- v chemii. *Biologie, chemie, zeměpis: časopis pro výuku přírodovědných předmětů na základních a středních školách*, roč. 23, č. 4.

Houser, Pavel. (2014). Ze zákulisí neviditelných inkoustů. *Science World*. Dostupné z <http://www.scienceworld.cz/neziva-priroda/ze-zakulisi-neviditelných-inkoustu-1227/>

Chin, Jason M., & Workewych, Larysa. (2016). *The CSI Effect*.

Kid's day series. On the case: Forensic science Dostupné z <http://www.afterschoolzone.org/users/0002/docs/Kids%20Days/KDFS%20Compiled.pdf>

Kid's Lab Abrakadabra. *Národní technické muzeum*. Dostupné z <http://www.ntm.cz/aktivity/programy-pro-skoly/kids-lab-abrakadabra>

Knapík, Jiří. (2013). Socialistické školství a tzv. mimoškolní výchova v Československu v 50. a 60. letech. *Acta historica neosoliensia*, roč. 16, č.

Kratochvílová, Emília. (2010). *Pedagogika voľného času*. Trnava: Typi universitatis Tyrnaviensis.

Kubiatko, Milan, Švandová, Kateřina, Šibor, Jiří, & Škoda, Jiří. (2012). Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, roč. 22, č. 1.

Laupy, Milan. (2002). Forenzní genetická analýza DNA a její význam při dokazování. *Bulletin advokacie*, roč. 9, č. 4, s. 48-54.

Lokšová, Irena, & Lokša, Jozef. (1999). *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha: Portál.

Maciejowska, Iwona. (2009a). *Forenzní chemie Scénář vyučovací hodiny chemie* Dostupné z https://www.cities-eu.org/sites/default/files/attachments/cz/068_CZ_forensic_lesson.pdf

- Maciejowska, Iwona. (2009b). *Forenzní chemie Detektivní hádanka* Dostupné z https://www.cities-eu.org/sites/default/files/attachments/cz/068_CZ_forensic_riddle.pdf
- MU, Katedra chemie PdF,(2005). Mikrodetektivka - Sherlocka Holmes Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity. Dostupné z <http://www.ped.muni.cz/wchem/skolahrou/priklady/mikrodetektivka/14b314m320c001z.htm>
- Neuman, Jan. (2013). *Koncept „zážitkové pedagogiky“ - přínosy i kritické pohledy.* Zážitková pedagogika a možnosti jejího využití při práci s vybranými cílovými skupinami. In M. Šauerová (Ed.).
- Pachmann, Eduard. (1986). *Speciální didaktika chemie*. Praha: SPN.
- Pachmann, Eduard, & Beneš, Pavel. (1993). *Didaktika chemie (část obecná)*. Praha: Univerzita Karlova.
- Palachová, Jaroslava. (2011). Velká detektivní hra aneb Důvtipní detektivové. *Metodický portál RVP, roč. č.*
- Pavelková, Isabella. (2002). *Motivace žáků k učení: perspektivní orientace žáků a časový faktor v žákovské motivaci*. Praha: Univerzita Karlova.
- Pávková, Jiřina. (2014). *Pedagogika volného času* Dostupné z http://www.vzdelavani-dvpp.eu/download/opory/final/25_pavkova.pdf
- Picková, Marcela. (2012). *(Ne)oblíbenost vyučovacího předmětu chemie u žáků na gymnáziích*. Studentská vědecká konference.
- Planet Smarty Pants, Natalie. (2015). Crime scene investigation for kids. *Planet smarty*, (8.3. 2017). Dostupné z <http://www.planetsmarty.com/2015/12/crime-scene-investigation-for-kids.html#>
- Planka, Bohumil. (2008). Kriminalistická balistika. *Kriminalistika, roč. 41, č. 2.*
- Porada, Viktor, Suchánek, Jaroslav, & Straus, Jiří. (2005). Vyhledávání a zajišťování kriminalistických stop na místě činu. *Soudní inženýrství, roč. 16, č. 6.*

- Potvin, Patrice , & Hasni, Abdelkrim (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*. Dostupné z <http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Rak, Roman, Matyáš, Václav, & Říha, Zdeněk. (2008). *Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích*: Grada.
- Rusek, Martin. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in educatione*, roč. 2, č. 2.
- Rusek, Martin. (2013). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základních školách*. Univerzita Karlova, Praha.
- Rusek, Martin, Gabriel, Š, & Kuželová, N. (2014). *Využití chemicky odolného teploměru v badatelsky pojaté problémové úloze. Výzkum teorie a praxe v didaktice chemie/ Přírodovědné a technologické vzdělávání pro XXI. století*. In M. Bílek (Ed.), s. 473-480.
- Rusek, Martin, Slavík, Jan, & Najvar, Petr. (2016). Obsahová konstrukce a didaktické uplatnění přírodovědného edukačního experimentu ve výuce na příkladu chemie. *Orbis scholae*, roč. 10, č. 2.
- Rusek, Martin, Vojíš, Karel, & Stárková, Dagmar. (2015). Exkurze do kriminálky Techmania science center - oddělení chemie. *Chemagazín*, roč. 25, č. 4.
- Semera, Lukáš. (2015). *Daktyloskopie - historie, současnost a budoucnost*. Univerzita Karlova, Praha.
- Sjøberg, Svein. (2002). Science for the children?
Report from the SAS-project,
a cross-cultural study of factors of relevance for the
teaching and learning of science and technology Dostupné z https://folk.uio.no/sveinsj/sas_report_new%20.pdf
- Škoda, Jiří. (2003). *Od chemofobie k respektování chemizace*. (Disertační práce), Univerzita Karlova, Praha.

- Škoda, Jiří, & Doulík, Pavel. (2009). *Lesk a bída školního chemického experimentu*. Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. In M. Bílek (Ed.).
- Štefan, Jiří, & Hladík, Jiří. (2012). *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*.
- Šuláková, Hana. (2014). Forenzní entomologie - když smrt je začátek. *Živa*, roč. 62, č. 5, s. 250-256.
- Šulcová, Renata, & Böhmová, Hana. (2007). *Netradiční experimenty z organické a praktické chemie Přírodní materiály, neobvyklé uspořádání a pomůcky*
- Šulcová, Renata, Böhmová, Hana, & Stratilová, Urválková Eva. (2009). *Zajímavé experimenty z chemie kolem nás*.
- Šulcová, Renata, Böhmová, Hana, & Stratilová Urválková, Eva. (2009). *Zajímavé experimenty z chemie kolem nás*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Šulcová, Renata, Martínek, Václav, & Böhmová, Hana. (2006). *Náměty na pokusy z organické a praktické chemie*
- Švandová, Kateřina, & Kubiátko, Milan. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. *Scientia in educatione*, roč. 3, č. 2.
- Trachtová, Zdeňka. (2014). Tradiční chemie děti nebaví. Zájem mají o „sexy“ forenzní analýzu. *iDnes.cz*, roč. č.
- Trna, Josef. (2012). Výuková situace: Setrvačnost těles v jednoduchých experimentech ve fyzice. *Komenský*, roč. 137, č. 4.
- Uherčíková, Gabriela. (2013). *"Staň se detektivem" (Školní projekt zaměřený na forenzní analýzu)*. Univerzita Karlova v Praze, Praha.
- Uherčíková, Gabriela, & Šulcová, Renata. (2013). *"Staň se detektivem" (Školní projekt zaměřený na forenzní analýzu)*. Retrieved from Praha:
- van den Berg, Ed. (2013). Didaktická znalost obsahu v laboratorní výuce: Od práce s přístroji k práci s myšlenkami. *Scientia in educatione*, roč. 4, č. 2.

Vaněk, Daniel. (2007). Kriminálka Miami kazí naši policii. *Lidové noviny*. Dostupné z http://www.lidovky.cz/kriminalka-miami-kazi-nasi-policii-d5v-/nazory.aspx?c=A070228_094519_ln_nazory_vvr

Vážanský, Mojmír. (2001). *Základy pedagogiky volného času* Brno: Print-Typia.

Veselský, Milan, & Hrubíšková, Helena. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, roč. 19, č. 3.

Vichlenda, Milan. (2011). *Kriminalistika*

Vorel jun., František, Balíková, M., Beran, M. , Bouška, I., Císařová, O. , & Vorel sen., František. (1999). *Soudní lékařství*. Praha: Grada.

White, Peter. (2004). *Crime scene to court: The essentials of forensic science*

Willing, Richard. (2004). "CSI effect" has juries wanting more evidence. *USA Today*. Dostupné z http://usatoday30.usatoday.com/news/nation/2004-08-05-csi-effect_x.htm

Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, č. 258/2000 Sb. C.F.R. (2000).

Zormanová, Lucie,(2012). Projektová výuka *Články RVP*. Dostupné z <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/s/14983/PROJEKTOVA-VYUKA.html/>

9. Přílohy

9.1. Fotografie



Obrázek 6 Snímání otisků prstů pomocí křídového prášku



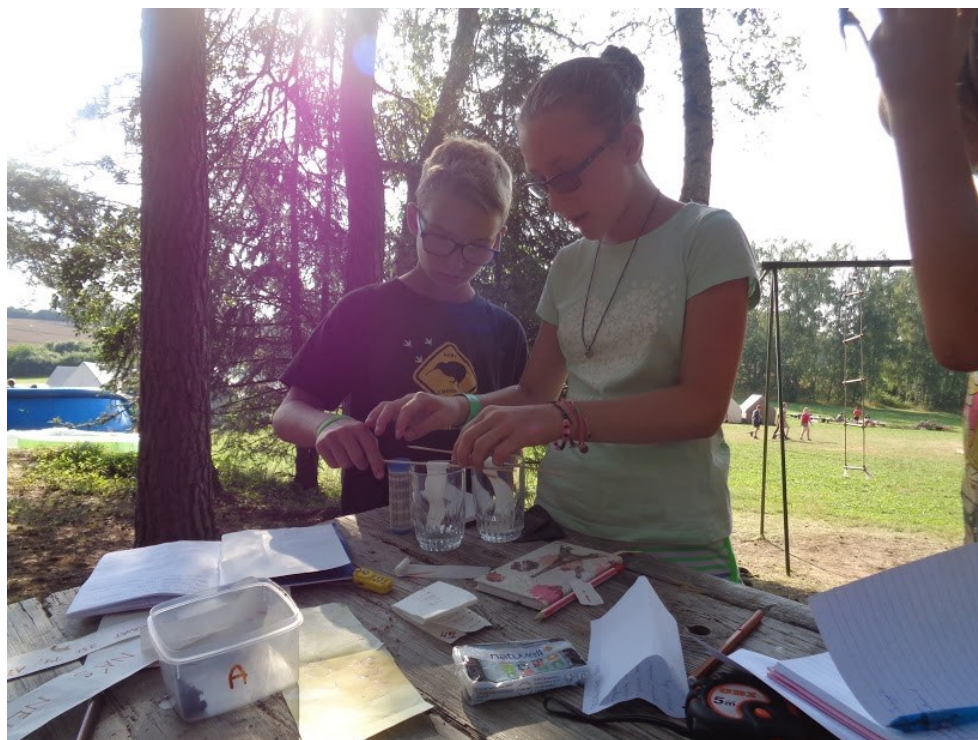
Obrázek 7 Nález důkazu na botě podezřelého



Obrázek 9 Detektivův zápisník



Obrázek 8 Shromažďování důkazů



Obrázek 10 Provádění pokusu chromatografie

9.2. Dotazník

Dotazník pro účastníky programu zaměřeného na kriminální chemii.

Instrukce:

Dotazník si nepodepisujte, je anonymní. Na vše se snažte odpovídat pravdivě. Tento dotazník slouží jako zpětná vazba k programu, který byl pro Vás připraven.

Pokud něčemu neporozumíte, ptejte se přímo při vyplňování zadavatele.

1) Pohlaví – zakroužkuj:

MUŽ ŽENA

2) Věk – napiš číslem, kolik je Ti let:

3) Ve škole jsem už měl/a předmět chemie. Zakroužkuj:

ANO NE

4) Už jsem se dříve setkal/a s kriminální chemií (knížka, televize, časopis,...). Zakroužkuj:

ANO NE

5) Přál/a bych si podobný program i v rámci vyučování ve škole? Zakroužkuj:

ANO SPÍŠE ANO SPÍŠE NE NE

6) Program mě bavil. Zakroužkuj:

ANO SPÍŠE ANO SPÍŠE NE NE

7) Program pro mě byl. Zakroužkuj:

PŘÍLIŠ DLOUHÝ PŘIMĚŘENÝ KRÁTKÝ

8) Který pokus Tě zaujal nejvíce? Napiš:

9) Který pokus Tě zaujal nejméně? Napiš:

U dalších otázek budete hodnotit jednotlivé úkoly a pokusy použité v programu. K hodnocení použijeme kružnice, které budete vybarvovat. Nejvíce vybarvená kružnice znamená, že se Vám pokus maximálně líbil, nevybarvená potom, že se Vám nelíbil. Druhá část otázky se ptá na to, co konkrétně se Vám líbilo nebo nelíbilo.

Příklad vybarvování kružnice:



Pokus se mi vůbec nelíbil, nic jsem nevybarvil/a.



Pokus se mi líbil, ale ještě měl nějaký prostor na vylepšení. Napíšu, co mi vadilo do druhé části otázky.

10)

a) Jak hodnotíš pokus chromatografie? Vybarvi část kruhu.



b) Co mě na pokusu zaujalo/ nelíbilo se mi – napiš vlastními slovy:

11)

a) Jak hodnotíš pokus „důkaz přítomnosti krve“? Vybarvi část kruhu:



14)

a) Jak hodnotíš pokus „výluh z půdy“? Vybarvi část kruhu:



b) Co mě na pokusu zaujalo/ nelíbilo se mi – napiš vlastními slovy:

15)

a) Jak hodnotíš pokus „odhalení tajného písma“. Vybarvi kružnici:



b) Co mě na pokusu zaujalo/ nelíbilo se mi – napiš vlastními slovy: